Chương X

VẬT LÍ CÁC THIÊN THỂ TRONG HỆ MẶT TRỜI

Trong hệ Mặt Trời, trừ Mặt Trời ra thì các thành viên khác đều là những thiên thể nguội. Việc nghiên cứu lí tính của các thiên thể nguội khó khăn hơn nhiều so với các thiên thể nóng sáng. Vì vậy Mặt Trời sẽ được trình bày trong một chương riêng (chương XI)

§84. TỔNG QUAN VỀ CÁC HÀNH TINH LỚN

Ngoài vô số tiểu hành tinh, trong hệ Mặt Trời có 9 hành tinh lớn, gần Mặt Trời nhất là Thủy Tinh và xa nhất là Diêm Vương Tinh*).

Để có kiến thức tổng quát về các hành tinh ta hãy xem bảng thống kê IV. Qua bảng này ta có thể phân các hành tinh thành hai nhóm : Nhóm Trái Đất bao gồm những hành tinh cỡ bé có khối lượng riêng lớn (Thủy Tinh, Kim Tinh, Trái Đất, Hỏa Tinh) và nhóm Mộc Tinh gồm các hành tinh cỡ lớn nhưng lại có khối lượng riêng nhỏ (Mộc Tinh, Thổ Tinh, Thiên Vương Tinh, Hải Vương Tinh).

---

*) Các hành tinh được gọi theo tên riêng kèm theo chữ Tinh chứ không gọi là sao vì từ sao dành riêng cho những thiên thể tự phát sáng.

BẢNG IV

BẢNG LÍ TÍNH CỦA CÁC HÀNH TINH

Hành tinh	Bán kính xích đạo		Độ dẹt	Khối lượng		Khối lượng riêng	Gia tốc trọng trường ở xích đạo (m/s^2)	Vận tốc vũ trụ V_{II} (km/s)	Chu kì tự quay	độ nghiêng ε	Số vệ tinh	Cấp sao m	Chu kì chuyển động quanh ⊙
	km	So với Trái Đất		$x 10^{24}$ (kg)	So với Trái Đất								
Thủy Tinh	2437	0,38	0,2	0,33	0,052	5,7	3,72	3,3	58 ngày (*)	7^o	0	−0,2	88 ngày(***)
Kim Tinh	6056	0,95	0,00	4,57	0,82	5,2	8,87	10,4	243,2 ngày(**)	$3^o24'$	0	−4,1	224,7 ngày
Trái Đất	6378	1,00	0,0034	5,98	1,00	5,5	9,82	11,2	23h56ph	23^o27	1		365,25 −
Hỏa Tinh	3386	0,53	0,0052	0,64	0,11	4,0	3,76	5	24h37ph	$24^o56'$	2	−1,9	686,98 −
Mộc Tinh	71400	11,19	0,062	1900	318	1,3	25,00	61	8h50ph	1^o30	16	−2,4	4332,59 −
Thổ Tinh	60400	9,47	0,103	598	95	0,7	11,00	36	10h40ph	$26^o45'$	19	+0,8	10759,21 −
Thiên vương tinh	24800	3,9	0,06	87	15	1,6	9,5	22	17h15ph (**)	82^o	15	+5,8	30685 −
Hải vương tinh	24500	3,9	0,02	103	17	1,7	11,50	24	15h8ph	29^o	6	+7,6	60188 −
Diêm vương tinh	2900	0,45	0,25	5,5(*)	−	−	−	−	6,4 ngày	−	−	+14,7	90700
Mặt Trăng	1738	0,27		0,0734	$\frac{1}{81,3}$	3,35	1,62	2,38	27ng7h43ph	6^o407		−12,7	
Mặt Trời	696000	109,12		1990000	333000	1,41	273,8	617,7	25 ÷ 27,3ng			−26,58	

(*) Còn do dự
(**) Quay ngược chiều
(***) Ngày ở đây tính theo đơn vị ngày trên Trái Đất = 24 giờ.

Cần biết rằng phương pháp nghiên cứu lí tính của các thiên thể đã trình bày trong chương IX không thể áp dụng một cách đơn thuần cho việc nghiên cứu các hành tinh vì các hành tinh là những thiên thể không nóng sáng. Các thiên thể này chỉ có khả năng bức xạ sóng hồng ngoại và vô tuyến. Như vậy quang phổ mà ta chụp được khi hướng ống kính vào các hành tinh chính là quang phổ của Mặt Trời (các tia sáng từ Mặt Trời truyền đến các hành tinh và phản xạ về Trái Đất). Tuy nhiên nếu hành tinh có khí quyển thì trong quang phổ đó sẽ xuất hiện những vạch hấp thụ mới. Hơn nữa vì các tia sáng Mặt Trời được phản xạ từ mặt hành tinh nên bị phân cực. Tùy theo thành phần và đặc điểm cấu tạo của mặt phản xạ mà có dấu hiệu phân cực khác nhau. Bằng kết quả phân tích phổ vô tuyến, các vạch hấp thụ mới và tính chất phân cực của ánh sáng phản xạ người ta biết các hành tinh đều được cấu tạo từ những nguyên tố hóa học có trên Trái Đất.

Cũng như Trái Đất tất cả các hành tinh khác đều có khí quyển. Sự tồn tại khí quyển của một thiên thể phụ thuộc vào hai yếu tố cơ bản :

- Nhiệt độ của thiên thể.
- Vận tốc khuếch tán (vận tốc vũ trụ cấp II) của thiên thể.

Ta biết rằng vận tốc chuyển động nhiệt trung bình của các phân tử khí ($v_{p.t}$) phụ thuộc vào nhiệt độ của môi trường theo công thức :

$$v_{p.t}^2 = \frac{3kT}{m}$$

trong đó : k là hằng số Bônxơman, m là khối lượng phân tử của chất khí

Ví dụ ở nhiệt độ bình thường T = 300K thì vận tốc trung bình $v_{p.t}$ của phân tử hiđrô vào khoảng 2km/s.

Như đã biết nếu một vật có vận tốc chuyển động bằng vận tốc vũ trụ cấp II (vận tốc khuếch tán) của một thiên thể thì vật

này có khả năng li khai khỏi thiên thể đó. Điều này cũng áp dụng cho các phân tử khí. Song cần biết thêm rằng vận tốc $v_{p.t}$ tính ở trên là trung bình (một số phân tử khí có vận tốc lớn hơn nhiều). Lí thuyết cho biết một hành tinh giữ được khí quyển lâu dài khi vận tốc chuyển động trung bình $v_{p.t}$ của các phân tử khí thỏa mãn điều kiện :

$$v_{p.t} < 0,2v_{II}$$

Nói chung nhiệt độ của các hành tinh đều thấp (càng xa Mặt Trời càng thấp) nên vận tốc trung bình của các phân tử khí bé, vào cỡ một vài km/s.

Trong khi đó vận tốc vũ trụ cấp II của các hành tinh lại lớn (đặc biệt là nhóm Mộc Tinh) nên các hành tinh đều có khí quyển. Rõ ràng trong khí quyển của nhóm Mộc Tinh, nguyên tố nhẹ có tỉ lệ phần trăm chắc chắn cao hơn so với nhóm Trái Đất.

Bằng các phương pháp nghiên cứu kể trên, hiện nay người ta chỉ mới có khả năng đoán nhận về nhiệt độ, áp suất, thành phần cấu tạo của khí quyển và phần nào của bề mặt các hành tinh.

§85. TRÁI ĐẤT

Tuy sống trên Trái Đất nhưng sự hiểu biết của con người về cấu tạo bên trong Trái Đất còn rất hạn chế.

Về đại thể, Trái Đất được cấu tạo theo một số lớp đồng tâm. Ở ngoài cùng là khí quyển, tiếp đến là lớp vỏ rồi đến thủy quyển và trong cùng là thạch quyển.

Ta đã biết khối lượng riêng của Trái Đất bằng 5,52kg/dm^3. Vỏ Trái Đất có khối lượng riêng bằng 3kg/dm^3 như vậy mật độ vật chất phải tăng dần theo độ sâu (khoảng 15kg/dm^3 ở phần trung tâm). Bằng nghiên cứu đặc điểm truyền sóng động đất, người ta cho rằng ở độ sâu khoảng 3000 km, thạch quyển tồn tại ở trạng thái lỏng (nóng chảy). Nhiệt độ trong nhân Trái Đất có thể lên tới hàng vạn độ.

71% mặt Trái Đất là đại dương. Sự lưu thông và nhiệt dung lớn của nước các đại dương là yếu tố điều hòa nhiệt độ cho các nơi trên Trái Đất.

1. Khí quyển

Việc nghiên cứu khí quyển của Trái Đất đã được tiến hành từ lâu và đặc biệt được đẩy mạnh trong mấy chục năm lại đây qua các tên lửa vũ trụ và vệ tinh nhân tạo.

Theo trạng thái vật lí khác nhau, người ta đã chia khí quyển ra thành nhiều tầng : dưới cùng là tầng đối lưu, tiếp đến là tầng bình lưu...

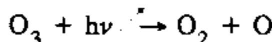
Trong bảng V ghi tỉ lệ các nguyên tố tồn tại trong khí quyển ở phần thấp của tầng đối lưu (ngang mặt biển).

Bảng V

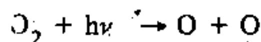
Nguyên tố	Tỉ số (%)
Nitơ N_2	78
Ôxi O_2	21
Khí cacbonic CO_2	0,03
Agon Ar	0,93
Nêôn Ne	$1,8.10^{-3}$
Hêli He	$5,2.10^{-4}$
Kripton Kr	$1,1.10^{-4}$
Xênon Xe	$8,7.10^{-6}$
Hiđrô H_2	5.10^{-7}
Metan CH_4	$1,5.10^{-6}$
Oxit Nitơ N_2O	5.10^{-7}

Hình 91 biểu diễn sự biến thiên của nhiệt độ (T) và mật độ các phân tử vật chất (n) trong khí quyển theo độ cao. Ta thấy trong tầng đối lưu nhiệt độ giảm nhanh theo độ cao. Nguyên nhân là tầng đối lưu được nung nóng bởi bức xạ nhiệt của mặt đất, nhưng bức xạ này bị lớp dưới cùng của tầng đối lưu (chứa nhiều hơi nước) hấp thụ. Tầng này kéo dài đến độ cao khoảng 10 km. Nhiệt độ ở đây vào khoảng 220K (–53°C) và hầu như

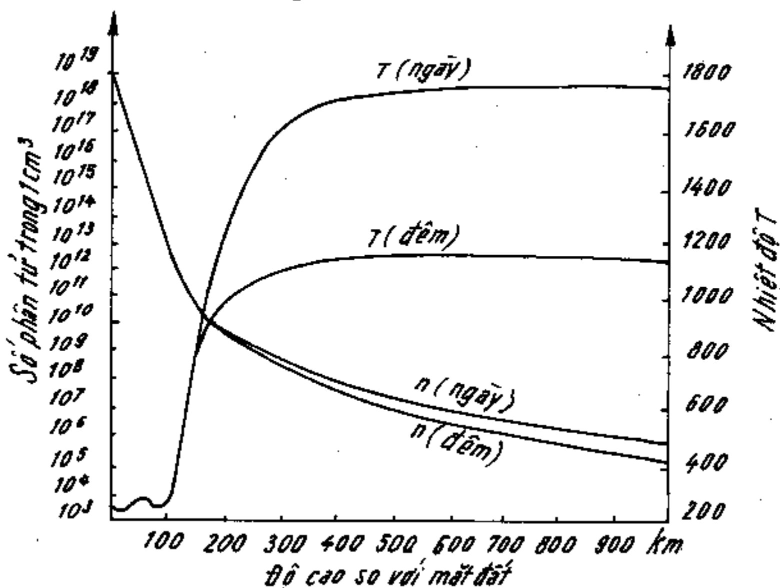
giữ không đổi cho đến độ cao trên 20 km (tầng bình lưu). Từ độ cao 20 – 25 km nhiệt độ lại bắt đầu tăng ; vì ở đây xảy ra phản ứng quang hóa tỏa nhiệt, phản ứng phân li ôzon :



$$O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O$$



$$O_2 + h\nu \rightarrow O + O$$



Hình 91

Sau đó còn phản ứng do va chạm với phân tử thứ 3 để tạo thành ôzon : $O + O_2 \rightarrow O_3$. Đến độ cao 50 km thì nhiệt độ đạt trị số cực đại (khoảng 270K). Tầng này gọi là tầng ôzon. Có thể nói tầng ôzon là lớp màn chắn bảo vệ cho sự sống trên Trái Đất khỏi tác dụng của bức xạ tử ngoại của Mặt Trời.

Phía trên tầng ôzon nhiệt độ giảm rồi sau đó tăng nhanh (từ 150 – 400 km). Ở đây các nguyên tử ôxi hấp thụ bức xạ tử ngoại của Mặt Trời bị iôn hóa và tỏa nhiệt mạnh.



$$O + h\nu \rightarrow O^+ + e^-$$

Ở độ cao 300 – 900 km, nhiệt độ có thể lên tới 1 800K

Sự iôn hóa của các phân tử ôxi, nitơ tạo nên tầng gồm các hạt mang điện được gọi là tầng điện li.

Tầng điện li này có đặc tính của môi trường plasma. Tùy theo mật độ các hạt mang điện, tầng điện li có khả năng hấp thụ, hay phản xạ sóng điện từ có bước sóng khác nhau.

2. Từ trường. Các vòng đai phóng xạ

Từ trường của Trái Đất có phổ đường cảm ứng từ tương tự như phổ đường cảm ứng từ của một nam châm lưỡng cực. Trục của "lưỡng cực" địa từ không trùng với trục quay của Trái Đất. Cực Bắc địa từ ở vào khoảng vĩ độ 78^{o},6 và kinh độ 70^{o},1 (tây). Như vậy kim la bàn chỉ theo hướng Bắc Nam địa từ, không chỉ đúng hướng Bắc Nam địa lí.

Ở hai cực cảm ứng từ có cường độ vào khoảng 10^{-5} Tesla, còn ở xích đạo vào khoảng 5.10^{-6} Tesla. Càng lên cao thì từ trường càng giảm.

Từ trường của các thiên thể thường được giải thích là do chuyển động đối lưu của dòng sắt nóng chảy ở phần trung tâm kết hợp với chuyển động quay kéo theo của dòng này (theo chuyển động quay của thiên thể). Rõ ràng đối với các thiên thể quay chậm và có khối lượng bé (nhiệt độ trong lòng không đủ cao) như Mặt Trăng, Kim Tinh, không có từ trường. Các thiên thể có khối lượng đủ lớn và quay nhanh như Trái Đất, Mộc Tinh... đều có từ trường.

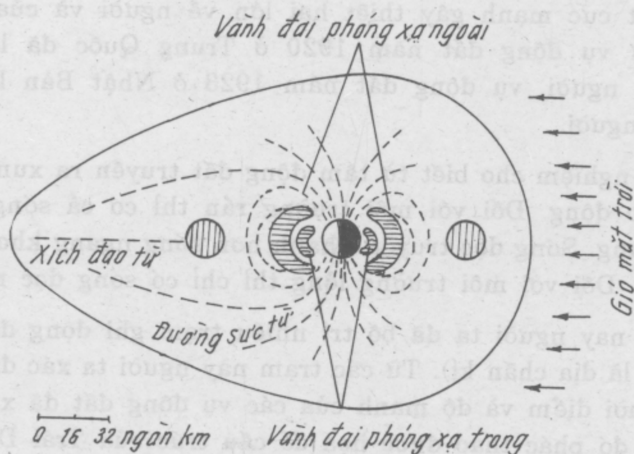
Từ trường của Trái Đất gây ảnh hưởng rõ rệt đến sự chuyển động của các hạt mang điện trong không gian truyền tới nó. Có hai loại hạt mang điện cơ bản :

– Tia vũ trụ bao gồm các êlectrôn, các prôton và các hạt nhân của các nguyên tố nặng chuyển động với vận tốc gần bằng vận tốc của ánh sáng được truyền từ các thiên hà đến.

– Dòng hạt mang điện bức xạ từ Mặt Trời đến.

Khi các hạt mang điện chuyển động đến khu vực địa từ trường thì chúng sẽ chuyển động xoắn dọc theo phương của **đường cảm ứng từ**. Bán kính vòng xoắn (bán kính Lacmo) phụ thuộc vào cường độ của từ trường và vận tốc của hạt. Các hạt năng lượng trên 10^9eV có bán kính Lacmo lớn tiến đến mặt đất bắn phá các phân tử của khí quyển và sản sinh những luồng hạt thứ cấp. Khoảng 99% các hạt có năng lượng cao thuộc về loại thứ nhất, tức là từ vũ trụ xa xăm truyền tới (còn khoảng 1% từ Mặt Trời).

Từ trường cũng là cái bẫy giữ các hạt mang điện có năng lượng cao. Mật độ của các hạt bị giữ này phụ thuộc vào độ cao và vào cự li xa gần cực địa từ. Chúng tập trung vào những vành nhất định nằm trong mặt phẳng xích đạo địa từ được gọi là các vành đai phóng xạ. (H.92).



Hình 92

Đã phát hiện được hai vành đai phóng xạ chính. Vành đai trong gồm những prôtôn và êlectron có năng lượng từ 20 – 500keV. Nó bắt đầu từ độ cao 2400km kết thúc ở độ cao 5600km và phân bố giữa các độ vĩ ±30°. Vành đai ngoài tồn tại trong khoảng độ cao từ 12000 đến 20 000km gồm những prôtôn và

êlectrôn có năng lượng thấp hơn. Ngoài hai vành trên, trong khoảng độ cao từ 50000 đến 60 000km còn có vành thứ ba gồm các êlectrôn năng lượng thấp (khoảng 200 eV).

Từ thế kỉ XVIII người ta đã nhận thấy từ trường của Trái Đất đôi khi có cường độ thăng giáng trong khoảng thời gian đến hàng giờ, rồi lại trở lại trị số bình thường. Hiện tượng này được gọi là bão từ. Bão từ thường gây ra hiện tượng rối loạn liên lạc bằng sóng ngắn vô tuyến và hiện tượng cực quang (ánh sáng địa cực).

3. Cấu trúc của Trái Đất

Cho đến nay người ta chỉ mới có khả năng khoan sâu xuống mặt đất khoảng một chục km. Tuy nhiên người ta có thể nghiên cứu cấu trúc của Trái Đất qua hiện tượng động đất.

Hiện tượng động đất diễn ra khá thường xuyên. Có những vụ động đất cực mạnh gây thiệt hại lớn về người và của. Chẳng hạn như vụ động đất năm 1920 ở Trung Quốc đã làm chết 200 000 người, vụ động đất năm 1923 ở Nhật Bản làm chết 142000 người...

Thực nghiệm cho biết từ tâm động đất truyền ra xung quanh sóng dao động. Đối với môi trường rắn thì có cả sóng dọc và sóng ngang. Sóng dọc truyền nhanh hơn sóng ngang khoảng một lần rưỡi. Đối với môi trường lỏng thì chỉ có sóng dọc mà thôi.

Ngày nay người ta đã bố trí nhiều trạm ghi động đất (bằng máy gọi là địa chấn kí). Từ các trạm này người ta xác định được vị trí, thời điểm và độ mạnh của các vụ động đất đã xảy ra và cũng từ đó phác thảo được họa đồ cấu trúc của Trái Đất.

B.B. Gôlixun, nhà khoa học Nga, vào đầu thế kỉ này đã đưa ra mô hình sau :

– Nhân Trái Đất có bán kính 1300km, vật chất ở thể rắn.

– Bao quanh nhân là một lớp vật chất ở thể lỏng có độ dày khoảng 2100km.

- Ngoài cùng là lớp vỏ dày khoảng 2900km. Người ta cũng đã kết luận nhân Trái Đất có nhiệt độ khá cao (bốn ngàn độ) và mật độ khoảng 12.10^3 kg/m^3.

Trong lòng Trái Đất diễn ra sự phân rã các nguyên tố phóng xạ (Uran Thori...), tạo ra nhiệt độ cao. Khi một nơi nào đó của vỏ Trái Đất bị rạn nứt, vật chất trong lòng có nhiệt độ cao nóng chảy phun lên tạo thành núi lửa. Rõ ràng hoạt động của các núi lửa từ xưa đến nay đã có vai trò quan trọng trong sự biến đổi thành phần cấu tạo của lớp bề mặt của Trái Đất.

Nghiên cứu các chất phóng xạ có trong vỏ Trái Đất người ta có thể xác định được "tuổi" của nó, bởi vì hiện tượng phóng xạ của các nguyên tố hóa học diễn ra theo quy luật xác định và không phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài.

Ta biết rằng mỗi đồng vị phóng xạ được đặc trưng bằng chu kì bán rã T.

Giả sử ở thời điểm ban đầu (t = 0) có N_o nguyên tử của một đồng vị phóng xạ nào đó. Sau 1 chu kì bán rã, số nguyên tử này giảm còn một nửa :

$$N_{(T)} = \frac{N_o}{2} \qquad (10.1)$$

Sau thời gian t số nguyên tử chưa phân rã sẽ là :

$$N_{(t)} = N_o e^{-\mathrm{Ln}2\frac{t}{T}} = N_o e^{-\frac{t}{1,44T}}$$

Và số nguyên tử mới được hình thành do kết quả của phân rã sau thời gian t là :

$$N_p = N_o - N(t) = N_o\,(1 - e^{-\frac{t}{1,44.T}}) \qquad (10.2)$$

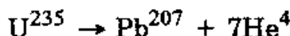
Rõ ràng $N_o = N(t) + N_p$.

Từ (10.1), (10.2) ta thu được thời gian t.

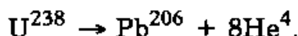
$$t = 3,32T\lg\left[1 + \frac{N_p}{N(t)}\right] \qquad (10.3)$$

Đối với một số nguyên tố phóng xạ người ta đã biết được chu kì bán rã T. Bằng phân tích người ta tính được tỉ số $N_p/N(t)$ và từ (10.3) sẽ xác định được "tuổi" của mẫu vật chất chứa nguyên tố phóng xạ được khảo sát.

Có nhiều loại đồng vị phóng xạ. Người ta thường sử dụng đồng vị phóng xạ Urani 238 và Urani 235, chúng chiếm khoảng 0,0003% vật chất cấu tạo nên vỏ Trái Đất. Chu kì bán rã của U^{235} là 0,71 tỉ năm, của U^{238} là 4,51 tỉ năm. Kết quả của sự phân rã là tạo ra đồng vị chì :



$$U^{235} \rightarrow Pb^{207} + 7He^4$$



$$U^{238} \rightarrow Pb^{206} + 8He^4.$$

Qua khảo sát nhiều đồng vị phóng xạ khác nhau người ta kết luận tuổi của Trái Đất là :

$$(4{,}55 \pm 0{,}07) \text{ tỉ năm.}$$

§86. MẶT TRĂNG

Mặt Trăng là vệ tinh của Trái Đất, chuyển động quanh Trái Đất với khoảng cách trung bình bằng 384000km. Bán kính của nó bằng 1737km và khối lượng bé hơn của Trái Đất 81,3 lần. Từ đó gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng

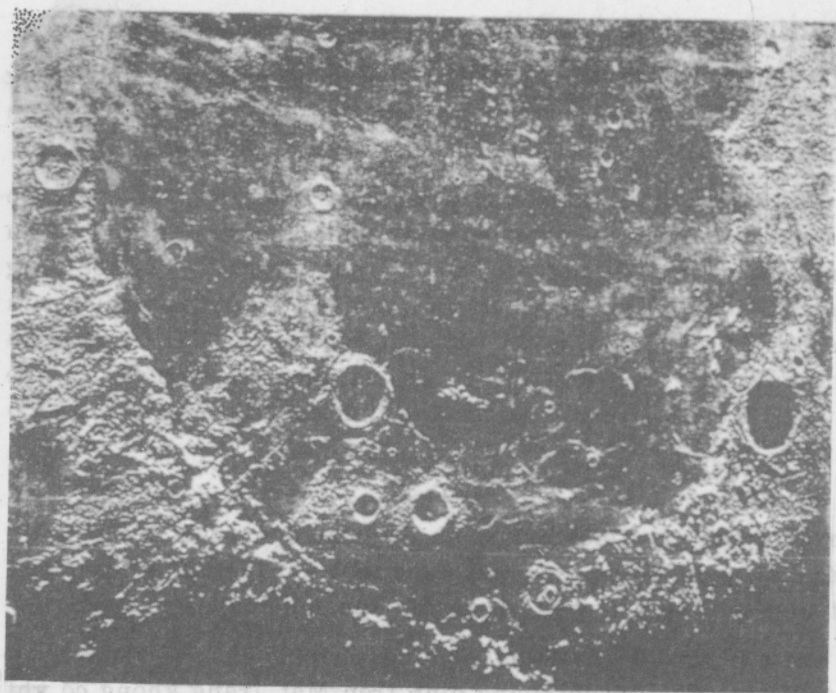
$$g = G\frac{M}{R^2} = 1{,}63 \text{ m/s}^2$$

và vận tốc vũ trụ cấp II của nó

$$V_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 2{,}38 \text{ km/s}$$

Vì có gia tốc trọng trường bé nên Mặt Trăng không giữ được khí quyển và không có nước.

Qua kính thiên văn bình thường ta đã nhìn thấy khá rõ các chi tiết trên mặt Mặt Trăng ! Các dãy núi cao xen lẫn các vùng trũng (được gọi là biển – tuy nhiên là biển khô)



Hình 93

Các biển rộng và núi cao đều đã được đặt tên riêng như biển Yên lặng, biển Mưa, biển Sáng, biển Bão... và các núi Capcadơ, núi Anpơ, núi Antai.

Nét nổi bật trên Mặt Trăng là có nhiều miệng núi lửa. Cái lớn nhất có đường kính đến 100km (H. 93)

Trạm "Mặt Trăng 3" của Liên Xô cũ phóng năm 1959, bay vòng phía sau Mặt Trăng chụp ảnh mặt này và truyền về Trái Đất. Những biển và miệng núi lửa ở nửa này đã được các nhà khoa học Nga đặt tên như biển Maxcơva, biển Hi Vọng, các miệng núi lửa Xiôncôpxki, Lômônôxôp, Lôbasepxki...

Nghiên cứu bức xạ hồng ngoại và vô tuyến Mặt Trăng chứng tỏ rằng :

– Nhiệt độ ban ngày ở vùng xích đạo lên tới khoảng $130^{o}C$.

– Nhiệt độ ban đêm xuống rất thấp (–170°C).

– Độ dẫn nhiệt của vật chất cấu tạo bề mặt của Mặt Trăng rất thấp. Nhiệt độ ở độ sâu từ 10cm vào ban ngày và ban đêm hầu như ngang nhau.

Những kết quả quan trắc thiên văn trước đây về tính xốp của vật chất bao phủ Mặt Trăng đã được khẳng định qua sự hạ cánh nhẹ nhàng của các trạm vũ trụ, qua vật chất lấy được bằng trạm tự động của Liên Xô cũ và qua các công trình nghiên cứu của Mĩ. So với Trái Đất thì vật chất cấu tạo vỏ Mặt Trăng giàu các nguyên tố nặng như Cr, Ti, Zn, và nghèo các nguyên tố nhẹ như Sn, K, Na. Tuổi của Mặt Trăng tính được khoảng (3,8 ± 0,7) tỉ năm.

Mặt Trăng có nhiều cấu tạo lỗ tròn có thể là do nguyên nhân bắn phá của các thiên thạch và do hoạt động của núi lửa. Từ Trái Đất người ta đã quan sát được một núi lửa đang hoạt động ở trung tâm một lỗ tròn và đã đặt tên núi lửa Anphôngxơ.

Bằng lí thuyết và nhiều phương pháp quan trắc thiên văn khác nhau người ta đã khẳng định trên Mặt Trăng không có khí quyển. Nếu như Mặt Trăng còn tồn tại khí quyển thì mật độ của nó phải bé hơn của Trái Đất đến một tỉ lần (mật độ vật chất như thế tương đương với mật độ ở độ cao 200km của khí quyển Trái Đất). Điều này đã được xác nhận qua kết quả nghiên cứu theo chương trình "Luna" và "Apôlô" của Liên Xô và Mĩ. Theo chương trình "Luna" thì khí quyển rất loãng của Mặt Trăng có một êlectrôn trong một centimet khối (1 e/cm^3).

§87. CÁC HÀNH TINH NHÓM TRÁI ĐẤT

Thuộc nhóm Trái Đất có Thủy Tinh, Kim Tinh, Hỏa Tinh và Diêm Vương Tinh. Trừ Diêm Vương Tinh, các hành tinh khác đều ở gần Mặt Trời, có nhiệt độ, trung bình cao và đặc biệt có

khối lượng riêng lớn – vào cỡ khối lượng riêng của Trái Đất (5,5 kg/dm^3).

1. Thủy Tinh

Là hành tinh ở gần Mặt Trời nhất và là hành tinh bé nhất. Nó có khối lượng và kích thước vào cỡ tương ứng của Mặt Trăng. Lí thuyết và quan trắc đều cho biết trên hành tinh này không có nước và khí quyển rất loãng. Bề mặt của nó có cấu tạo gần như Mặt Trăng (nhiều lỗ tròn). Do ở gần Mặt Trời và không có nước... nên nhiệt độ ban ngày rất cao (ở xích đạo lên tới trên 400^{o}C) và ban đêm lại rất thấp (–150^{o}C).

Thủy Tinh chuyển động quanh Mặt Trời với chu kì 88 ngày và tự quay quanh mình rất chậm khoảng 58 ngày. Do đó một ngày đêm trên hành tinh này rất dài, bằng 170 ngày trên Trái Đất.

2. Kim Tinh

Hành tinh thứ hai gần Mặt Trời là Kim Tinh. Từ xưa Kim Tinh đã được đặc biệt chú ý vì kích thước và khối lượng của nó xấp xỉ bằng Trái Đất. Lômônôxôp và những người đương thời đã phát hiện thấy trên Kim Tinh có khí quyển với mật độ lớn hơn khí quyển của Trái Đất. Kết quả quan sát quang phổ sau này cho thấy thành phần chính của khí quyển Kim Tinh là khí cacbônic. Các phương pháp quang học không thể nghiên cứu được trạng thái bề mặt của Kim Tinh và chu kì tự quay của nó bởi vì Kim Tinh luôn bị bao phủ bởi những đám mây dày đặc, ở độ cao từ 30 đến 60km.

Quan trắc Kim Tinh bằng phương pháp vô tuyến đã cho một số kết quả bất ngờ. Nó quay quanh trục ngược chiều với chiều chuyển động của nó quanh Mặt Trời (cũng là ngược với chiều chuyển động của các hành tinh quanh Mặt Trời). Theo quan trắc năm 1967 thì một ngày đêm trên Kim Tinh dài bằng 117 ngày trên Trái Đất. Trục quay của Kim Tinh gần như thẳng góc với

mặt phẳng quỹ đạo của nó vì vậy trên Kim Tinh không có hiện tượng thay đổi mùa.

– Từ năm 1967 các trạm vũ trụ của Liên Xô cũ đã đổ bộ nhẹ nhàng xuống mặt Kim Tinh và truyền về Trái Đất các tín hiệu vô tuyến cho thấy rằng thành phần khí quyển Kim Tinh gồm 95% là khí cacbonic, nitơ và các khí trơ chỉ chiếm vài ba phần trăm, còn khí ôxi thì rất ít. Ở bề mặt Kim Tinh nhiệt độ lên tới +475°C và áp suất lên tới 90 atmôtphe. Các trạm vũ trụ bay gần Kim Tinh chưa phát hiện được từ trường và các vành đai điện li của nó.

Với những đặc điểm như đã trình bày người ta khẳng định ở trên 2 hành tinh này không có sự sống.

3. Hỏa Tinh

Theo bảng IV ta thấy Hỏa Tinh có kích thước bé hơn Trái Đất khoảng 2 lần, có gia tốc trọng trường bé hơn khoảng 3 lần và có vận tốc vũ trụ bé hơn khoảng 2 lần. Ngày trên đó dài $24^{h}22^{ph}$ và năm dài 687 ngày (tính theo ngày Trái Đất).

Xích đạo của Hỏa Tinh nghiêng với mặt phẳng quỹ đạo của nó một góc 24°56' từ đó trên Hỏa Tinh cũng có biến đổi mùa rõ rệt trong năm.

Quan sát qua kính thiên văn ta thấy mặt Hỏa Tinh có các đặc điểm sau :

1) Vùng sáng hay lục địa chiếm 2/3 diện tích và có màu đỏ da cam.

2) Chóp trắng ở 2 cực có diện tích biến đổi theo mùa. Vào mùa đông chóp trắng này rất rộng (kéo dài từ cực đến vĩ độ khoảng 40°) còn về mùa hạ thì hầu như biến mất.

3) Vùng tối (hay biển) chiếm 1/3 diện tích bao gồm những vết sẫm màu xen giữa vùng sáng. Độ tối của vùng này biến đổi

theo mùa. Độ tương phản giữa vùng sáng và tối càng rõ trong thời kì xuân hè.

4) Mây mù là những dấu vết xuất hiện từng nơi, từng lúc trong khí quyển. Có hai loại mây : loại vàng có thể là những đám bụi khí và loại trắng có thể là những đám mây gồm các hạt băng. Có những thời kì mây vàng phát triển rất nhanh, chiếm diện tích rất lớn và kéo dài đến hàng tháng (thời kì bão bụi).

Những quan trắc thiên văn (qua phổ hồng ngoại và vô tuyến) và những kết quả nghiên cứu theo chương trình du hành vũ trụ của Liên Xô cũ và Mĩ cho biết những đặc điểm sau :

1) Nhiều miệng núi lửa trên đỉnh các núi,

2) Có từ trường nhưng yếu hơn nhiều so với từ trường của Trái Đất.

3) Có những đặc điểm cấu tạo bề mặt tương tự như những nhánh sông đã khô nước ở trên Trái Đất.

4) Bão bụi là bụi được gió thổi lên cao đến 10 – 15km, các hạt bụi có kích thước từ 0,1 – 10 micrômet.

5) Vùng cực có nhiệt độ rất thấp (có thể đến -140^oC). Chóp trắng ở đây không hẳn là lớp băng tuyết như ở địa cực mà là những đám mây gồm những hạt băng (H_2O) lơ lửng trong khí quyển.

6) Nhiệt độ trong một ngày biến thiên rất lớn. Ở xích đạo ban ngày có nhiệt độ $+30^oC$ và ban đêm -80^oC. Điều này chứng tỏ cấu tạo bề mặt của Hỏa Tinh gần giống với Mặt Trăng hơn là Trái Đất.

7) Lượng hơi nước trong khí quyển rất thấp, bé hơn so với lượng hơi nước trong khí quyển Trái Đất 1000 lần. Do nhiệt độ nói chung thấp và áp suất bé (khoảng 6 milibar) nên nước có thể không tồn tại ở thể lỏng mà chỉ có thể ở thể hơi và băng.

8) Khí quyển loãng có áp suất bé (khoảng 6 milibar). Trong khí quyển có khoảng 95% là CO_2.

Đã có nhiều lần người ta đề cập đến sự sống trên hành tinh này. Đặc biệt vào năm 1996 dư luận xôn xao về bài báo nói đến dấu vết của sự sống được phát hiện qua một thiên thạch từ Hỏa Tinh rơi xuống Nam cực. Cũng vào năm 1996 trạm thăm dò Viking đã lấy đất đá ở hai vùng khác nhau trên Hỏa Tinh và kết quả phân tích không tìm thấy một dấu hiệu nào của sự sống.

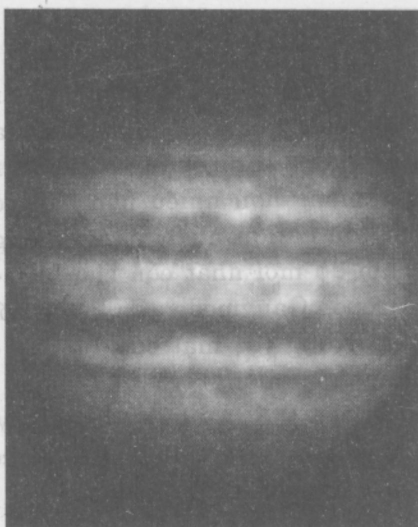
Chương trình nghiên cứu Hỏa Tinh nói chung và sự sống nói riêng trên hành tinh này đang được nhiều nước triển khai.

§88. CÁC HÀNH TINH NHÓM MỘC TINH

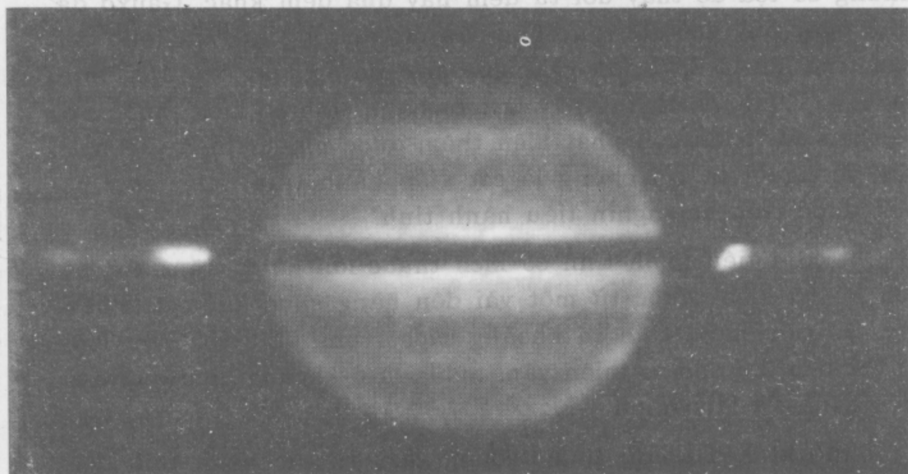
Nhóm Mộc Tinh có 4 hành tinh : Mộc Tinh, Thổ Tinh, Thiên vương Tinh và Hải vương Tinh. So với nhóm Trái Đất thì các hành tinh của nhóm này đều có kích thước rất lớn (Mộc Tinh có bán kính lớn hơn bán kính Trái Đất 11 lần) nhưng lại có khối lượng riêng bé (vào cỡ khối lượng riêng của nước). Lí thuyết cũng như thực hành quan trắc từ các trạm thăm dò vũ trụ cho thấy lớp vỏ của các hành tinh cỡ lớn này được cấu tạo bởi các nguyên tố nhẹ như hidrô (H), mêtan (CH_4)... Hơn nữa vì ở xa Mặt Trời (gần nhất là Mộc Tinh cũng đã có khoảng cách trung bình 5,3đ.v.t.v nghĩa là xa hơn so với Trái Đất trên 5 lần) nên nhiệt độ của chúng rất thấp, thường xuyên dưới âm 100°C (Mộc Tinh có nhiệt độ −145°C, Thổ Tinh −180°C, nhiệt độ của Thiên vương Tinh và Hải vương Tinh còn thấp hơn nữa).

Bề mặt của các hành tinh luôn bị mây mù dày đặc bao phủ. Do quay khá nhanh nên chuyển động đối lưu của mây còn bị tác dụng của lực Coriôlit dẫn tới những dòng mây chuyển động theo những phương xác định và có nơi tạo thành dòng xoáy tương tự như "mắt bão" trên Trái Đất. Nhìn các bức ảnh của

Mộc Tinh ta thấy mây tạo thành những dải gần như song song với xích đạo (H.94). Vết mây hình bầu dục màu hồng đã được trạm thăm dò Galileo phân tích là một vùng xoáy nghịch (vùng có áp suất lớn). Trong khí quyển luôn luôn có gió mạnh thổi. Mộc Tinh có 16 vệ tinh. Bốn trong số vệ tinh này đã được Galilê phát hiện từ đầu thế kỉ 17. Thổ Tinh có 18 vệ tinh, ngoài ra còn có một vệ tinh rất đặc biệt – là một vành gồm các mảnh kích thước từ xentimét đến mét chuyển động chung quanh theo định luật Kêple. (Vành này cũng đã được Galilê nhìn thấy) Nhìn qua kính Thiên văn bình thường ta thấy Thổ Tinh là một quả cầu được bao quanh một vành sáng rất đẹp mắt (H.95).



Mộc tinh
Hình 94



Thổ Tinh
Hình 95

Qua các trạm thăm dò vũ trụ (Voyager và Galileo) người ta biết được quanh 3 hành tỉa kia (Mộc Tinh, Thiên vương Tinh, Hải vương Tinh) cũng có vành như của Thổ Tinh song các vành này mỏng hơn nhiều nên bằng các kính Thiên văn đặt trên mặt đất (dù cỡ lớn nhất) cũng không thể phát hiện ra được. Kết quả thăm dò mới nhất còn cho biết 4 vệ tinh lớn của Mộc Tinh. (IO, Europe, Ganymede, Callisto) có cấu tạo bề mặt tương tự như Mặt Trăng (bề mặt của IO dày đặc những miệng núi lửa, có cái đang hoạt động) và đều được bao phủ bởi các lớp mây băng tuyết, có thể là những băng tuyết nổi trên các đại dương nước. Ganymede – vệ tinh lớn nhất có kích thước gần bằng Trái Đất của chúng ta có từ trường.

§89. CÁC TIỂU HÀNH TINH

Ngày 1 tháng Giêng năm 1801, nhà thiên văn Italia Piatxi tình cờ phát hiện được một thiên thể giống như một ngôi sao nhưng có tọa độ thay đổi từ đêm này qua đêm khác. Gauxơ đã tính được quỹ đạo chuyển động của nó quanh Mặt Trời (elip với bán trục lớn là 2,77 đơn vị thiên văn, góc nghiêng $i = 10^o$, tâm sai $e = 0{,}08$). Thiên thể này là một hành tinh có kích thước rất bé. Sau đó ít lâu còn phát hiện thêm được nhiều thiên thể như vậy và người ta gọi chúng là các tiểu hành tinh. Hiện nay đã biết được trên hai nghìn tiểu hành tinh.

Chỉ có 4 tiểu hành tinh có kích thước lớn hàng trăm km, số còn lại có kích thước từ một vài đến hàng chục kilômet. Phần lớn các tiểu hành tinh có khoảng cách trung bình tới Mặt Trời từ 2,2 đến 3,6 đơn vị thiên văn, nghĩa là ở khoảng giữa quỹ đạo Hỏa Tinh và Mộc Tinh.

Ở thế kỉ XVIII, khi tính khoảng cách từ các hành tinh đến Mặt Trời người ta đã tìm thấy một quy tắc được gọi là quy tắc Tixiutbôdơ như sau : gọi a là khoảng cách trung bình tới Mặt Trời bằng đơn vị thiên văn thì :

$$a = 0,1.(3.2^n + 4) \text{ đơn vị thiên văn}$$

trong đó $n = -\infty$ đối với Thủy Tinh, bằng 0 đối với Kim Tinh, bằng 1 đối với Trái Đất, bằng 2 đối với Hỏa Tinh...

Bảng VI cho thấy khoảng cách trung bình của các hành tinh từ Thủy Tinh đến Thiên Vương Tinh thỏa mãn công thức trên. Khoảng giữa Hỏa Tinh và Mộc Tinh không có một hành tinh lớn thì có một tập hợp các tiểu hành tinh. Do vậy có giả thuyết rằng trong quá trình hình thành hệ Mặt Trời đã có một hành tinh lớn được hình thành giữa Hỏa Tinh và Mộc Tinh nhưng vì một lí do nào đó (ví dụ do lực triều của Mộc Tinh) mà hành tinh lớn này đã bị phân rã thành một vành các hành tinh tí hon.

Bảng VI

KHOẢNG CÁCH CỦA CÁC HÀNH TINH

Hành tinh	n	Khoảng cách theo phép tính	Khoảng cách thực
Thủy Tinh	$-\infty$	0,4 đ.v.t.v	0,39 đ.v.t.v.
Kim Tinh	0	0,7	0,72
Trái Đất	1	1,0	1,00
Hỏa Tinh	2	1,6	1,52
Hành Tinh bé	3	2,8	2,2 - 3,6 (trung bình 2,9)
Mộc Tinh	4	5,2	5,20
Thổ Tinh	5	10,0	9,54
Thiên Vương Tinh	6	19,6	19,19
Hải Vương Tinh	7	38,8	30,07
Diêm Vương Tinh	8	77,2	39,5

§90. SAO CHỔI

Sao chổi cũng là Thiên thể nguội chuyển động quanh Mặt Trời như các hành tinh, song vì có hình dạng giống như một cái chổi xòe nên được gọi là Sao Chổi.

Nói chung các Sao Chổi đều có quỹ đạo là những elip rất dẹt, viễn điểm của một số lớn vượt ra ngoài quỹ đạo của Thiên Vương Tinh. Vì có kích thước nhỏ và chuyển động ở xa Mặt Trời nên vật chất cấu tạo nên Sao Chổi thường ở trạng thái đóng băng. Người ta chỉ có thể phát hiện và nhìn thấy Sao Chổi khi nó chuyển động gần đến Mặt Trời. Thoạt đầu thấy một chấm sáng di chuyển. Càng tiến gần đến Mặt Trời thì chấm sáng nở to dần và cuối cùng hình thành đuôi. Quá trình phát triển của Sao Chổi được lí giải như sau : Do có thành phần cấu tạo là những chất dễ bốc hơi như tinh thể nước, amoniăc, metan, dioxitcacbon... nên khi tiến gần đến Mặt Trời thì bị nung nóng, lớp vỏ ngoài bốc hơi. Hơi bốc ra chịu tác dụng đồng thời bởi 2 lực :

– Lực đẩy của tia sáng Mặt Trời (áp suất ánh sáng). Lực này tỉ lệ với tiết diện của hạt.

– Lực hấp dẫn của Mặt Trời hướng về Mặt Trời. Như vậy, tùy theo kích thước và khối lượng của các phần tử hơi mà lực đẩy hay lực hút chiếm ưu thế. Rõ ràng đối với các phần tử nhẹ sẽ bị đẩy ra và tạo thành đuôi. Có trường hợp lực đẩy lớn hơn lực hút đến 20 lần và đuôi hình thành khá thẳng và rất dài (đến hàng chục triệu km) (H. 96).

Sao Chổi là loại thiên thể không ổn định. Quỹ đạo của chúng có thể dễ bị thay đổi mỗi khi chúng chuyển động ở gần các hành tinh (bị nhiễu loạn). Khi bị Mặt Trời hơ nóng, một phần vật chất bốc hơi và có thể li khai hẳn khỏi nhân. Cũng có thể có trường hợp bị phá vỡ lực liên kết nội tại mà tách ra thành nhiều mảnh. Đến giữa thế kỉ XIX người ta đã quan sát được 4 Sao Chổi bị vỡ



Hình 96

ra làm đôi. Theo Brêđikhin thì Sao chổi "mẹ" có thể bị tách vụn ra dần dần và tạo thành một chuỗi những mảnh vụn tiếp tục chuyển động theo quỹ đạo của Sao chổi "mẹ". Nếu đám vật chất này sa vào khí quyển của Trái Đất thì ta sẽ thấy một dòng liên tục các Sao băng (mưa sao). Do quỹ đạo bị nhiễu loạn nên đa số Sao Chổi có chu kì không xác định, vì vậy việc dự báo sự xuất hiện Sao Chổi rất khó khăn.

Một trong những Sao chổi có chu kì xác định là Sao chổi Halây, (do Halây tính được chu kì chuyển động của nó quanh Mặt Trời là 76 năm). Trong thế kỉ XX người ta đã thấy nó xuất hiện vào năm 1910. Ngày 16-X-1982 bằng kính thiên văn phản quang đường kính 5m ở đài thiên văn Palôma người ta thấy Sao chổi Halây ở cách Trái Đất 22 đ.v.t.v, ngày 27-XI-1985 nó ở gần Trái Đất nhất (0,62 đ.v.t.v), và ngày 9-II-1986 nó đi qua cận điểm (gần Mặt Trời nhất).

Sao chổi đáng chú ý là Sao chổi Sômêcơ - Lơvi do hai nhà thiên văn Sômêcơ và Lơvi phát hiện vào ngày 25-III-1993. Trên tấm ảnh chụp, họ nhận thấy có một thiên thể "lạ" trên nền trời sao của khu vực đã chụp ấy. Họ cho rằng thiên thể này có thể là một Sao chổi, vì có dạng một chuỗi dài. Về sau, qua phân tích những bức ảnh chụp bằng kính thiên văn lớn hơn, người ta kết luận đúng là một Sao chổi đã tách ra thành 5 mảnh và theo quỹ đạo chuyển động thì Sao chổi này sẽ va vào Mộc Tinh vào nửa cuối tháng 7 năm 1994. Kết quả tính toán thật kì diệu. Khoảng 22 giờ ngày 16 tháng 7 năm 1994 mảnh đầu tiên của Sao chổi này đã đâm vào Mộc Tinh và sau đó tiếp theo những mảnh khác.

Vấn đề Sao Chổi có thể sa vào Mộc Tinh đã được dự tính từ trước bởi vì có khoảng ba chục Sao chổi có viễn điểm quỹ đạo ở cách Mặt Trời từ 4 đến 7 đơn vị thiên văn nghĩa là viễn điểm các quỹ đạo này nằm ở hai phía quỹ đạo Mộc Tinh (Mộc Tinh ở cách Mặt Trời 5,2 đ.v.t.v). Hơn nữa Mộc Tinh là hành tinh có khối lượng khá lớn nên có lực hấp dẫn các thiên thể khác về nó khá mạnh.

§91. SAO BĂNG. THIÊN THẠCH

Ban đêm, thỉnh thoảng ta thấy những vệt sáng vút qua trên bầu trời trong một khoảng thời gian ngắn. Người ta gọi chúng là *Sao băng* (Sao sa, Sao đổi ngôi).

Đó là những mảnh vật chất chuyển động trong không gian giữa các hành tinh với vận tốc hàng chục km/s, mỗi khi sa vào khí quyển thì bị bốc cháy (thường ở độ cao khoảng 80km).

Quang phổ của các Sao băng là quang phổ vạch phát xạ. Các vạch sáng nhất thuộc về nguyên tố canxi và sắt ở trạng thái iôn hóa. Những mảnh vật chất lớn sa vào khí quyển có thể không bị bốc cháy hoàn toàn và phần còn lại có khả năng rơi đến mặt đất. Chúng được gọi là *Thiên thạch*. Trung bình hàng năm có vài trăm Thiên thạch rơi xuống mặt đất. Tùy theo thành phần cấu tạo mà người ta đã chia ra 2 loại : Thiên thạch sắt (90% là sắt) và Thiên thạch đá (thành phần chủ yếu là đá).

Năm 1908, một Thiên thạch lớn đã rơi xuống Sibêri phá hủy một khu rừng bán kính khoảng 30 km. Ngày nay những mảnh vụn Thiên thạch đang được trưng bày ở nhiều bảo tàng trên thế giới.

Mỗi khi có dòng mảnh vật chất sa vào khí quyển thì ta sẽ thấy được các sao băng nối tiếp nhau và được gọi là "mưa sao". Đã có 3 trận mưa sao rất rực rỡ vào các năm 1833, 1866 và 1899. Hàng năm ta có thể thấy Sao băng khá nhiều vào các đêm trước sau đêm 15 – XI. Sở dĩ có hiện tượng này là do quỹ đạo của Trái Đất tiếp xúc với quỹ đạo của một dòng mảnh vụn (có thể là do một Sao chổi đã bị phân rã ra).

Vấn đề va chạm của các mảnh vụn lớn vào các hành tinh trong hệ Mặt Trời đã được nêu ra từ lâu. Đã có hai mảnh khá lớn rơi xuống châu Phi và vùng Siberi châu Á. Ngày 23 tháng 3 năm 1989 một mảnh đường kính khoảng 1km đã bay trượt qua Trái Đất ở khoảng cách gấp đôi khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng. Ngày nay người ta có khả năng phát hiện sớm các mảnh vụn có kích thước trên 200 mét và đã nghĩ tới những biện pháp để làm lệch hướng chuyển động oủa chúng.

Chương XI

MẶT TRỜI

Mặt Trời là một trong vô số các sao. Nghiên cứu Mặt Trời chẳng những có ý nghĩa đối với việc tìm hiểu thế giới các sao – dạng tồn tại phổ biến nhất của vật chất trong vũ trụ, mà còn có ý nghĩa thực tế là tìm hiểu tác động của nó đối với Trái Đất.

§92. CÁC SỐ LIỆU VỀ MẶT TRỜI

Mặt Trời là một quả cầu khí nóng bỏng khổng lồ. Đường kính của quả cầu sáng mà ta thấy hàng ngày được gọi là quang cầu bằng 1392000 km.

Thể tích $V = 1{,}41 \, . \, 10^{18}\ km^3 = 1{,}41.10^{30} dm^3$

Khối lượng $M = 1{,}99 \, . \, 10^{30}\ kg$

Khối lượng riêng trung bình

$$\bar{\rho} = 1{,}41\ kg/dm^3$$

Gia tốc trọng trường

$$g = 274 m/s^2$$

Mặt Trời tự quay quanh một trục (không như một vật rắn). Chu kì quay của vật chất ở vùng xích đạo bằng 25 ngày. Càng xa xích đạo chu kì quay càng lớn. Ở gần cực, chu kì dài đến 30 ngày.

§93. HẰNG SỐ MẶT TRỜI

Đã từ lâu người ta theo dõi năng lượng bức xạ của Mặt Trời thông qua việc xác định một đại lượng được gọi là hằng số Mặt Trời.

Hằng số Mặt Trời là lượng năng lượng bức xạ toàn phần (đủ các bước sóng) của Mặt Trời truyền thẳng góc đến một diện tích $1cm^2$ ở khoảng cách bằng khoảng cách trung bình từ Mặt Trời đến Trái Đất (1 đ.v.t.v) trong 1 phút.

Theo định nghĩa trên, việc đo hằng số Mặt Trời rất phức tạp. Người ta phải đo nhiều lần bằng nhiều phương pháp khác nhau thông qua hai loại dụng cụ : nhật xạ kế và quang phổ nhiệt kế. Các kết quả đó phải được hiệu chính phần hấp thụ của khí quyển và quy về khoảng cách trung bình đến Mặt Trời.

Những lần đo gần đây bằng các dụng cụ đặt trong các tên lửa vũ trụ khẳng định giá trị đã được đo từ vài thế kỉ qua :

$$Q = 1,95 \text{ calo/cm}^2 . \text{phút} = 4,18 . 1,95 \text{J/cm}^2.\text{phút}$$

Nhân hằng số Mặt Trời với diện tích của mặt cầu có bán kính bằng đơn vị thiên văn, ta thu được tổng năng lượng bức xạ của Mặt Trời trong một phút. Nếu đem chia tổng năng lượng này cho 60 thì ta được tổng năng lượng bức xạ của Mặt Trời trong một giây hay công suất bức xạ toàn phần của Mặt Trời (tổng năng lượng bức xạ của Mặt Trời trong đơn vị thời gian) :

$$W = \frac{Q . 4\pi d^2}{60} = 3,9 . 10^{26} W$$

§94. XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ CỦA MẶT TRỜI

Nếu xem quang cầu của Mặt Trời bức xạ như một vật đen tuyệt đối thì nhiệt độ của nó (nhiệt độ hiệu dụng) được xác định theo các phương pháp đã trình bày trong chương IX.

– Xác định theo công thức Xtêphan – Bônxơman

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

trong đó ε là công suất bức xạ từ 1 đơn vị diện tích mặt quang cầu

$$\varepsilon = \frac{W}{4\pi R^2} = \frac{3,9 \ . \ 10^{26} \, W}{4\pi R^2},$$

với R là bán kính của quang cầu bằng 696000km thì :

$$T = 5760K$$

– Xác định theo định luật Vin :

$$\lambda_{max} T = b$$

Trong quang phổ liên tục của quang cầu, λ_{max} có giá trị là 0,4738 micrômet = $4,738 \ . \ 10^{-7}$m. Từ đó :

$$T = 6000 \ K.$$

Giá trị của nhiệt độ quang cầu thu được từ 2 phương pháp trên không hoàn toàn bằng nhau là vì Mặt Trời bức xạ không hoàn toàn đúng như một vật đen lí tưởng. Có thể cho rằng nhiệt độ hiệu dụng của quang cầu vào khoảng 6000 K.

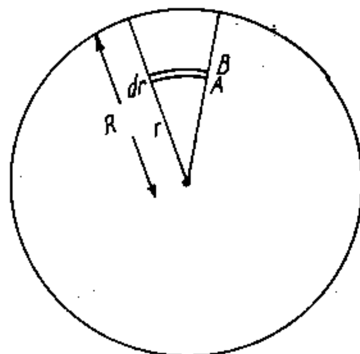
§95. NGUỒN GỐC NĂNG LƯỢNG CỦA MẶT TRỜI

Kết quả đo hằng số Mặt Trời, cũng như nhiệt độ của quang cầu chứng tỏ Mặt Trời liên tục bức xạ ra không trung năng lượng rất lớn mà vẫn duy trì được nhiệt độ của nó. Một câu hỏi đặt ra là : bằng cách nào Mặt Trời duy trì được khả năng bức xạ như vậy ?

Đã có nhiều giả thuyết về nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời. Giả thuyết được coi duy nhất đúng là giả thuyết về năng lượng nhiệt hạt nhân liên tục xảy ra trong lòng Mặt Trời. Điều kiện để phản ứng nhiệt hạt nhân xảy ra là phải có nhiệt độ rất cao (hàng chục triệu độ). Ta hãy khảo sát nhiệt độ trong lòng Mặt Trời.

1. Áp suất và nhiệt độ trung bình của Mặt Trời

Kích thước không đổi và nhiệt độ rất cao của quang cầu cho phép ta nghĩ tới Mặt Trời là một cầu khí khổng lồ ở trong trạng thái cân bằng khí động.



Hình 97

Nhiệt độ quang cầu khoảng 6000 K. Rõ ràng càng tiến sâu vào trong lòng Mặt Trời thì áp suất càng lớn và nhiệt độ càng cao.

Tại mọi điểm trong lòng Mặt Trời phải thỏa mãn điều kiện cân bằng khí động, có nghĩa là hiệu áp suất tác dụng lên một lớp nguyên tố nào đó (ví dụ lớp AB trên hình 97) phải được cân bằng với áp lực hấp dẫn của vật chất trong lớp đó.

Giả sử Mặt Trời có bán kính R. Lớp AB ở cách tâm một đoạn r và có độ dày dr. Hiệu áp suất lên hai mặt của lớp AB là dp. Theo trên ta có :

$$dp_r = -\rho_r . g_r . d_r \qquad (11.1)$$

trong đó ρ_r là khối lượng riêng của lớp vật chất AB, g_r là gia tốc trọng trường tại lớp AB. Nếu M là khối lượng của Mặt Trời thì khối lượng của lớp vật chất AB sẽ là :

$$dM_r = 4\pi r^2 \rho_r d_r \qquad (11.2).$$

Gia tốc trọng trường g_r được tính theo

$$g_r = \frac{GM_r}{r^2} \qquad (11.3)$$

Từ (11.1), (11.2), (11.3) ta có :

$$dp_r = -\frac{GM_r}{4\pi r^4} dM_r \qquad (11.4)$$

Áp suất trung bình của một thiên thể có khối lượng M và bán kính R được tính theo công thức :

$$\bar{p} = \frac{1}{M}\int_0^R p_r\, dM_r$$

hay $$\bar{p} = \frac{1}{M}\left| p_r M_r \right|_0^R - \frac{1}{M}\int_0^R M_r\, dp_r$$

Ta thấy số hạng đầu của vế phải bằng 0 vì.

khi r = R thì P = 0,

khi r = 0 thì M = 0.

Do đó : $$\overline{P} = -\frac{1}{M}\int_0^R M_r dp_r \qquad (11.5)$$

Từ (11.4) và (11.5) ta có :

$$\overline{P} = \frac{1}{M}\int_0^R \frac{GM_r^2}{4\pi r^4}\, dM_r$$

hay $$\overline{P} \geqslant \frac{1}{M}\,\frac{G}{4\pi R^4}\int_0^R M_r^2\, dM_r$$

$$\overline{P} \geqslant \frac{GM^2}{12\pi R^4} \qquad (11.6)$$

Nếu lấy khối lượng của Mặt Trời $M_\odot$ làm đơn vị khối lượng và bán kính của nó $R_\odot$ làm đơn vị độ dài, lấy at làm đơn vị áp suất thì (11.6) sẽ có dạng :

$$\overline{P} \geqslant 3.10^8 \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^2 \left(\frac{R_\odot}{R}\right)^4 \text{at} \qquad (11.7)$$

Từ (11.7) ta thấy rằng áp suất trung bình của Mặt Trời bằng 3.10^8 at. Môi trường tồn tại trong áp suất lớn nhất định phải có nhiệt độ cao.

Biết áp suất trung bình ta có thể tính nhiệt độ trung bình theo phương trình trạng thái của chất khí

$$\overline{T} = \frac{\mu\overline{P}}{\rho\mathcal{R}}$$

trong đó μ là mol (phân tử gam hay nguyên tử gam) của chất khí, $\mathcal{R}$ là hằng số khí. Trong thiên văn vật lí người ta thường hay sử dụng công thức trên dưới dạng :

$$\overline{T} = \frac{\mu_H\overline{P}}{\rho K} \qquad (11.8)$$

Trong đó μ_H là khối lượng của nguyên tử H và k là hằng số Bônxơman.

Giả sử vật chất khảo sát có phân tử gam trung bình bằng đơn vị thì từ (11.8) ta tính được nhiệt độ trung bình của Mặt Trời vào khoảng 3 triệu độ. (Nếu vật chất trong Mặt Trời được phân bố đồng nhất thì nhiệt độ trung bình trên có thể hiểu là nhiệt độ của lớp ở độ sâu bằng 1/2 bán kính của Mặt Trời).

Rõ ràng ở trung tâm của Mặt Trời (nhân) phải có áp suất và nhiệt độ cao hơn giá trị trung bình đã tính ở trên nhiều lần.

Tóm lại nhiệt độ trong nhân Mặt Trời có thể đến hàng chục triệu độ. Bảng VII cho ta mô hình về cấu tạo bên trong của Mặt Trời.

Bảng VII

Mô hình cấu tạo bên trong của Mặt Trời

Khoảng cách tới tâm : R/R_o	Nhiệt độ T(K)	Áp suất P(N/m^2)	Mật độ (g/cm^3)
0	15.10^6	$2,2.10^{16}$	150
0,2	10.10^6	$4,6.10^{15}$	36
0,5	$3,4.10^6$	$6,1.10^{13}$	1,3
0,8	$1,3.10^6$	$6,2.10^{11}$	0,035
0,98	$0,1.10^6$	10^9	0,001

2. Sơ lược về phản ứng nhiệt hạt nhân

Khi có sự tổng hợp các hạt nhân nhẹ (chẳng hạn như H) thành hạt nhân nặng hơn (chẳng hạn như He) thì năng lượng tỏa ra rất lớn.

Ta đã biết các hạt nhân đều mang điện tích dương.

Chúng đẩy nhau theo định luật Culông.

Thế năng tương tác giữa chúng là :

$$E_t = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r}$$

trong đó Z_1, Z_2 là nguyên tử số (số prôtôn) của hạt nhân 1 và 2.

Muốn thắng thế năng tương tác này thì các hạt phải có động năng ít ra cũng bằng thế năng đó. Động năng tương đối giữa hai hạt liên hệ với nhiệt độ T theo công thức :

$$E_d = 3kT,$$

Như vậy điều kiện để có thể xảy ra phản ứng nhiệt hạt nhân là :

$$E_d \geq E_t$$

$$3kT \geq \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r}$$

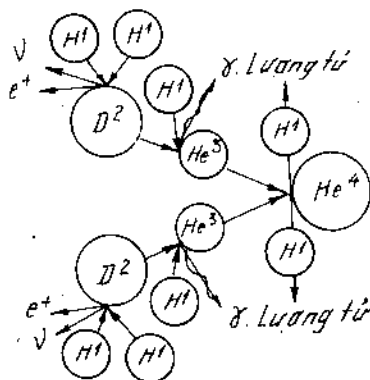
Sự tổng hợp hạt nhân xảy ra khi khoảng cách giữa chúng phải $r \leq 10^{-15}$m. Như vậy điều kiện để xảy ra phản ứng nhiệt hạt nhân là phải có nhiệt độ.

$$T \geq \frac{Z_1 Z_2 e^2}{3rk}$$

$$T \geq 55.10^6 Z_1 Z_2 \text{ độ.}$$

Đối với các hạt nhân hiđrô thì :

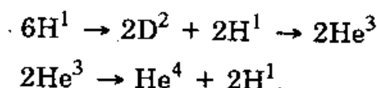
$$T \geq 55.10^6 \text{ độ.}$$



Hình 98

Trong thực tế thì phản ứng nhiệt hạt nhân đã có thể xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn (vì động năng tính ở trên là động năng trung bình).

Nhiệt độ trong nhân Mặt Trời lên đến hàng chục triệu độ, tức là có điều kiện để xảy ra phản ứng nhiệt hạt nhân chuyển hiđrô thành hêli. Theo các nhà vật lí hạt nhân thì trong lòng Mặt Trời có khả năng xảy ra 2 loại phản ứng : Loại có chất xúc tác là cacbon và loại có giai đoạn trung gian với sự tạo thành đơtêri D^2. Loại phản ứng thứ hai này có khả năng xảy ra :



$$6H^1 \rightarrow 2D^2 + 2H^1 \rightarrow 2He^3$$

$$2He^3 \rightarrow He^4 + 2H^1.$$

Điều quan trọng là khối lượng của 4 hạt nhân hiđrô lớn hơn khối lượng của 1 hạt nhân hêli. Độ hụt khối trong phản ứng là cơ chế giải phóng năng lượng được tính theo công thức Anhxtanh :

$$E = \Delta mc^2$$

Năng lượng giải phóng trong phản ứng tổng hợp 4 hạt nhân hiđrô thành 1 hạt nhân hêli là :

$$E = \Delta mc^2 = (4m_H - m_{He})c^2.$$

Nếu có 1g hạt nhân hiđrô chuyển thành hạt nhân hêli thì $\Delta m = 0{,}01g$ và năng lượng giải phóng đã rất lớn vào khoảng 10^{12}Jun.

§96. CẤU TẠO CỦA MẶT TRỜI

Hàng ngày ta thấy Mặt Trời dưới dạng một đĩa sáng có bán kính góc khoảng 16'. Đó là quang cầu. Quang phổ của quang cầu là quang phổ liên tục. Bao quanh quang cầu là khí quyển. Chính các phân tử vật chất trong khí quyển này đã tạo nên những vạch hấp thụ trên nền quang phổ liên tục của quang cầu.

1. Quang cầu

Quang cầu là lớp cầu khí nóng sáng có độ dày vài ba trăm km. Mật độ vật chất của nó vào khoảng $10^{16}-10^{17}$ hạt/cm^3, nhiệt độ khoảng 6000K. Trong điều kiện đó, các nguyên tố Na, K, Ca có thể tồn tại ở trạng thái iôn, còn các nguyên tố khác như hiđrô ở trạng thái trung hòa. Mặt quang cầu có độ chói sáng không đều. Độ chói giảm dần từ tâm ra bờ đĩa. Điều này chứng tỏ nhiệt độ tăng dần theo độ sâu. Ngoài ra nếu quan sát bằng kính thiên văn thì mặt có cấu tạo hạt (bao gồm những hạt sáng kích thước khoảng 1" (hay 700km) liên tục biến đổi trên một nền sẫm tối). Các vạch quang phổ của các hạt dịch về phía tím, ngược lại các vạch của miền sẫm tối lại dịch về phía đỏ. Như vậy vật chất trong mỗi hạt được nâng lên và vật chất bao quanh hạt (miền sẫm tối) lại chuyển động hướng vào trong. Vận tốc chuyển động nâng lên và hạ xuống vào khoảng 1 – 2 km/s.

Các hạt là biểu hiện của hiện tượng đối lưu của vật chất từ lớp dưới lên mặt quang cầu. Các dòng vật chất từ dưới cuộn lên, càng đến gần mặt quang cầu thì lực ma sát càng mạnh (vì có nhiệt độ thấp hơn) nên vận tốc giảm dần cho đến dừng lại và rồi hạ xuống. Như vậy ta có thể nói mặt quang cầu liên tục bị các dòng vật chất bắn phá từ dưới lên. Sự bắn phá này gây nên kích động nhiễu loạn, làm cho quang cầu dao động và tạo thành những sóng dao động trong vật chất quang cầu như những sóng âm trong không khí.

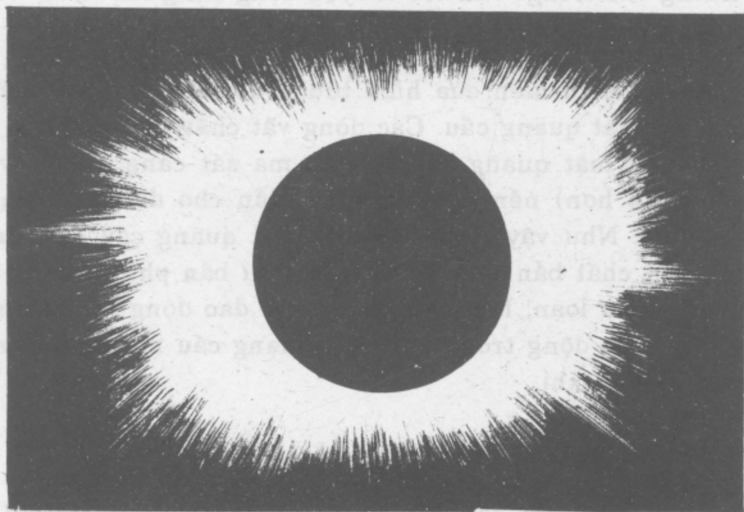
2. Các lớp ngoài quang cầu

Cũng như Trái Đất, bao quanh quang cầu có lớp vật chất với mật độ rất thấp và được gọi là khí quyển. Khí quyển có cấu tạo rất phức tạp, có thể chia ra hai lớp khác nhau : sắc cầu và nhật hoa. Sắc cầu là lớp nằm tiếp giáp với quang cầu. Vật chất ở phần dưới của sắc cầu có nhiệt độ khoảng 4500°. Đến một độ cao nào đó thì nhiệt độ tăng. Lớp ngoài cùng có nhiệt độ cao đến hàng triệu độ được gọi là nhật hoa.

Sắc cầu : Sắc cầu có độ chói sáng kém hơn quang cầu đến hàng trăm lần. Vì vậy người ta chỉ có thể quan sát trực tiếp được sắc cầu (khi có nhật thực toàn phần. Lúc này phổ của nó là phổ vạch phát xạ gồm những vạch của các nguyên tử iôn hóa hay ở trạng thái kích thích như các vạch của các iôn canxi, hiđrô, hêli... : Điều này chứng tỏ nhiệt độ của sắc cầu tăng theo độ cao.

Cấu tạo của sắc cầu cũng không đồng nhất. Trong sắc cầu thường có những dòng cuộn từ dưới lên trên với vận tốc hàng chục km/s.

Nhật hoa : Trên sắc cầu là nhật hoa. Độ chói sáng của nhật hoa yếu hơn của sắc cầu đến hàng ngàn lần, và dĩ nhiên nhật hoa cũng chỉ có thể quan sát được trong thời gian nhật thực toàn phần (H. 99).



Hình 99 – Nhật hoa.

Nhật hoa có dạng tia (giống như *tai hoa*) và biến đổi rõ rệt theo thời gian. Phổ nhật hoa rất đặc biệt. Nó là một quang phổ liên tục (yếu) trên đó nổi rõ lên những vạch phát xạ.

Phổ liên tục yếu của nhật hoa chứng tỏ vật chất thưa thớt của nó có khả năng tán xạ mạnh ánh sáng của quang cầu. Các vạch phát xạ trong phổ nhật hoa thuộc về các nguyên tố ở trạng thái iôn hóa bậc rất cao (Fe XIV, Fe XIII, Fe XI, Ni XVI, Ni XV, Ni XIII, Ca XV, Ca XII, Ar X...). Điều này chứng tỏ rằng nhật hoa tồn tại dưới dạng plasma rất loãng và có nhiệt độ rất cao.

§97. SỰ HOẠT ĐỘNG CỦA MẶT TRỜI

Trong khí quyển của Mặt Trời thường xuất hiện những tâm hoạt động có tính chất khác hẳn với khu vực lân cận. Dấu hiệu chung của sự xuất hiện các tâm hoạt động này là sự xuất hiện từ trường với cường độ lớn (lớn hơn cường độ từ trường chung của Mặt Trời đến hàng trăm, hàng ngàn lần). Ở mỗi tâm hoạt động có nhiều loại "dấu vết" khác nhau.

1. Trường sáng

Trên mặt quang cầu có nơi, có lúc xuất hiện những vùng sáng hẳn lên (so với xung quanh) được gọi là trường sáng. Trường sáng có diện tích khá rộng và tồn tại khá lâu dưới dạng những vết, những đốm sáng. Nhiệt độ của trường sáng cao hơn của quang cầu đến 200 - 300^{o}.

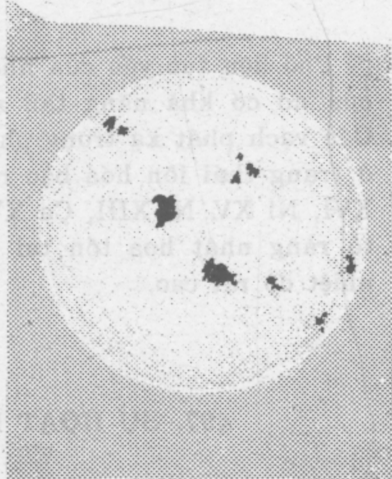
2. Vết đen

Trong vùng các trường sáng có từ trường mạnh thường xuất hiện các vết đen (H. 100).

Vật chất trong vết đen có nhiệt độ thấp hơn của quang cầu đến vài ngàn độ.

Thoạt đầu, nó xuất hiện dưới dạng một chấm mờ, sau đó lan rộng dần và độ đen đậm dần thành vết rõ rệt. Đường kính của

những vết lớn có thể đến hàng ngàn km. Trong quá trình phát triển thì từ trường tăng lên dần. Vết đen thường xuất hiện thành từng nhóm, đặc biệt là các nhóm đôi. Trong hai vết của nhóm đôi có từ trường khác cực. Tuổi thọ của vết đen có khi kéo dài đến hàng tuần, hàng tháng.



Hình 100
Các vết đen Mặt Trời

Sự xuất hiện vết đen có thể được giải thích qua tác động của từ trường lên chuyển động đối lưu của vật chất trong lớp quang cầu. Từ trường mạnh ngăn cản sự chuyển động của dòng vật chất đối lưu theo phương thẳng góc với đường cảm ứng từ của nó. Dòng vật chất chuyển động từ dưới lên trên bị hãm chậm lại, tức là khả năng di chuyển của lớp vật chất ở nhiệt độ cao (lớp sâu trong quang cầu) lên mặt quang cầu chậm hơn so với khu vực xung quanh, kết quả là có nhiệt độ thấp hơn (ta thấy đen là do sự tương phản giữa hai vùng có nhiệt độ khác nhau – độ chói khác nhau, thực ra nhiệt độ của vết còn khá cao, khoảng 4000^{o}).

Sự xuất hiện của từ trường có thể giải thích như sau : Theo Anven thì ở đáy tầng đối lưu có khả năng xuất hiện những tâm từ. Nguyên nhân xuất hiện này có thể là do lớp plasma nhiễu loạn giữa các miền có mật độ êlectrôn và nhiệt độ khác nhau, hình thành dòng điện và từ đó tạo nên một từ trường địa phương yếu. Nếu như có một khả năng nào đó chuyển động năng của vật chất $\rho v^2/2$ thành năng lượng từ $\frac{B^2}{8\pi\mu^2}$ thì cảm ứng từ tăng dần lên. Trong trường hợp này vì độ dẫn điện của vật chất lớn nên các đường cảm ứng từ bị "đóng keo" vào vật chất đó. Ta đã

biết trong môi trường vật chất nằm yên thì mọi biến thiên của từ trường đều bị dòng cảm ứng ngăn cản và từ trường chỉ có thể biến thiên khi các đường cảm ứng từ cùng dịch chuyển với dòng vật chất đó. Như vậy dòng chuyển động đối lưu đã "nắn thẳng" các đường cảm ứng từ, làm tăng độ dài của "ống từ". Các đường cảm ứng từ được dồn gần lại với nhau làm cho từ trường tăng mạnh lên.

Theo Fecmi và nhiều người khác thì quá trình tăng từ trường này kéo dài cho đến khi thỏa mãn đẳng thức :

$$\frac{B^2}{8\pi\mu^2} = \rho \frac{v^2}{2}$$

Trong vùng đối lưu thì $\rho = 3.10^{-4}$ kg/dm^3 và v = 0,5km/s, do đó cảm ứng từ (B) có thể đạt đến 0,1 ÷ 0,2 phần trăm Tesla (từ trường Trái Đất khoảng 10^{-5} tesla).

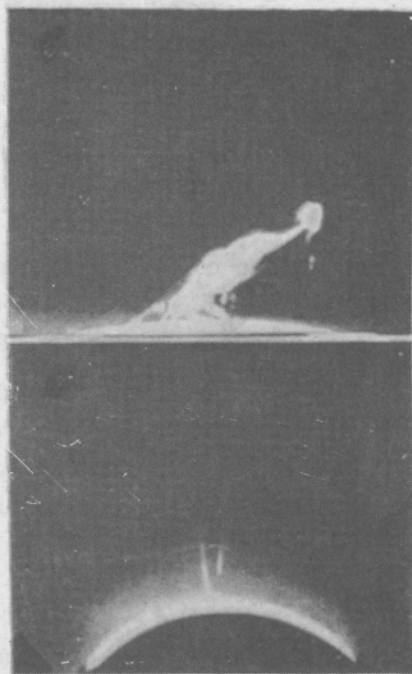
3. Bùng nổ

Ở khu vực gần các vết đen có từ trường mạnh, thường xuất hiện những bùng nổ có độ chói sáng tăng đột ngột lên hàng triệu lần trong vài chục phút rồi từ từ giảm dần.

Từ các bùng nổ phóng ra nhiều loại tia khác nhau : tia vũ trụ năng lượng thấp, tia rơnghen, bức xạ vô tuyến. Ngoài ra còn có các dòng hạt tiếp điểm với vận tốc khoảng 1000km/s. Các loại bức xạ này có ảnh hưởng rõ rệt đến nhiều hiện tượng vật lí địa cầu (§99).

4. Tai lửa

Một biểu hiện nữa về sự hoạt động của Mặt Trời quan sát được trong nhật hoa là tai lửa (H. 101). Nó là dòng vật chất có mật độ dày đặc và nguội hơn so với vật chất trong sắc cầu phóng lên nhật hoa. Tai lửa có dạng và kích thước khác nhau, thông thường có dạng phẳng, rộng hàng ngàn kilômet và dài đến hàng trăm ngàn kilômet.



Hình 101 – Tai lửa

§98. CHU KÌ HOẠT ĐỘNG CỦA MẶT TRỜI

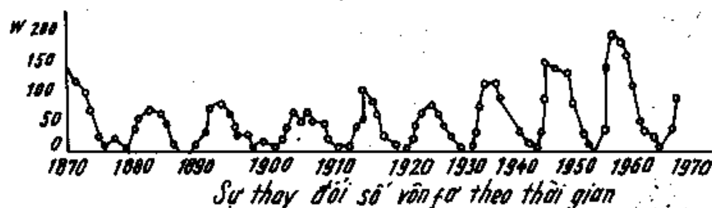
Số vết đen, bùng nổ, tai lửa... xuất hiện trên Mặt Trời biến thiên có chu kì. Nơi xuất hiện của chúng được gọi là tâm hoạt động. Đầu tiên ta thấy trường sáng hình thành, tiếp đến là các vết đen. Bùng nổ (nếu có) thường xảy ra ở thời kì vết đen phát triển mạnh. Còn tai lửa tiếp tục hoạt động cho đến khi toàn bộ biến mất. Thời kì có nhiều tâm hoạt động như vậy được gọi là thời kì Mặt Trời hoạt động. Thời kì không có tâm hoạt động nào hay rất ít được gọi là thời kì Mặt Trời tĩnh.

Trong các dạng hoạt động thì vết đen và trường sáng là có thể quan sát dễ dàng qua các kính thiên văn.

Theo tính chất xuất hiện đồng loạt của các loại hoạt động trên mà người ta đã lấy vết đen làm đặc trưng cho mức độ hoạt động của Mặt Trời, thông qua một con số quy ước được gọi là số Vônfơ W.

$$W = k(10g + f)$$

trong đó k là hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào từng loại kính quan sát, g là số nhóm vết đen, f là tổng số các vết đen (kể cả vết riêng lẻ và ở trong các nhóm). Số Vônfơ quan trắc hàng ngày được quy về trung bình tháng hay năm và được biểu diễn lên đồ thị. Hình 102 là đồ thị biến thiên của số Vônfơ theo thời gian trong 100 năm từ năm 1870 đến năm 1970.



Hình 102

Qua đồ thị ta thấy sự hoạt động của Mặt Trời xảy ra có chu kì.

Nhìn chung chu kì này (có trị số trung bình vào khoảng 11 năm).

Nguyên nhân gây ra hoạt động của Mặt Trời rất phức tạp. Có thể cho rằng sự hoạt động của Mặt Trời gắn với những quá trình dao động xảy ra ở lớp dưới của quang cầu (dưới tầng đối lưu) trong đó sự hình thành từ trường địa phương đóng vai trò quan trọng.

§99. LIÊN QUAN GIỮA HOẠT ĐỘNG CỦA MẶT TRỜI VÀ MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG VẬT LÍ ĐỊA CẦU

Trong thời kì Mặt Trời hoạt động, cụ thể khi có bùng nổ thì dòng bức xạ từ tâm hoạt động này mạnh hẳn lên (các tia vũ trụ, tia rơnghen, và các dòng hạt mang điện). Truyền đến Trái Đất các loại bức xạ trên gây ảnh hưởng đến một số hiện tượng vật lí địa cầu như làm rối loạn về liên lạc vô tuyến sóng ngắn, bão từ...

1. Rối loạn vô tuyến

Trong khí quyển Trái Đất có những tầng được cấu tạo bởi các êlectrôn ở các độ cao khác nhau và được gọi là các tầng điện li.

Tùy theo mật độ êlectrôn (n_e) của mỗi tầng mà nó có khả năng làm phản xạ hay cho truyền qua những sóng vô tuyến có tần số (N) khác nhau. Mật độ êlectrôn càng lớn thì sóng phản xạ có tần số càng lớn

$$n_e \backsim N^2$$

Ta biết rằng, trong liên lạc xa bằng vô tuyến thì phải dùng sóng ngắn (tần số lớn) vì sóng ngắn có khả năng phản xạ từ các tầng điện li và do đó có điều kiện để truyền đến mọi nơi trên mặt đất. Trong thời kì Mặt Trời hoạt động mạnh, các dòng tia rơnghen được tăng cường (bắn phá các phân tử khí mạnh hơn) làm cho mật độ êlectrôn của tầng điện li tăng lên đột ngột. Các sóng ngắn vô tuyến từ các đài phát nói chung là thích hợp đối với trạng thái ổn định (bình thường) của tầng điện li thì nay

không thỏa mãn điều kiện phản xạ nữa. Lúc này sự liên lạc bằng vô tuyến sóng ngắn bị rối loạn, có khi bị mất hẳn.

2. Bão từ

Nói chung từ trường của Trái Đất khá ổn định, được thể hiện qua kim chỉ của địa bàn. Kim địa bàn chỉ theo hướng Bắc Nam địa từ, song có thời kì nó dao động rất mạnh và ta nói có bão từ.

Kết quả quan sát chứng tỏ rằng bão từ xảy ra sau khoảng 20 giờ kể từ khi trên Mặt Trời có bùng nổ. Điều đó cho phép ta nghĩ tới nguyên nhân gây bão từ là do dòng hạt mang điện phóng ra từ bùng nổ và tác dụng lên các đường cảm ứng từ của Trái Đất. Theo giả thuyết của nhiều nhà vật lí thì dòng hạt mang điện này có tính dẫn điện cao, "mang" theo một phần từ trường của vết đen (Tên lửa vũ trụ Liên Xô cũ đã đo được từ trường của dòng hạt này vào khoảng 6.10^{-9} tesla). Dòng hạt này có đặc tính phản từ, ép các đường cảm ứng từ của Trái Đất làm cho từ trường nơi bị ép tăng lên. Mặt khác do từ trường biến thiên nên trong dòng hạt lại xuất hiện dòng cảm ứng có từ trường chống lại sự biến thiên của từ trường đã gây ra nó. Hiện tượng này tiếp diễn – từ trường của Trái Đất thăng giáng làm cho kim địa bàn dao động.

Sự hoạt động của Mặt Trời có ảnh hưởng đến khí hậu thời tiết hay không ?

Kể từ năm 1980 với phương pháp đo năng lượng bức xạ của Mặt Trời với độ chính xác cao đã nghiệm thấy vào thời kì Mặt Trời hoạt động (có nhiều vết đen) thì năng lượng bức xạ lớn hơn thời kì Mặt Trời tĩnh khoảng 0,1%. Như vậy đại lượng gọi là hằng số Mặt Trời đã trình bày ở §93 thực ra không hoàn toàn là một hằng số.

Trong thời kì Mặt Trời hoạt động nhiệt độ toàn cầu có phần nào tăng lên, đặc biệt là trong 10 năm qua. Theo đa số các chuyên gia thì sự nóng lên của khí hậu không phải chỉ bởi hoạt động của Mặt Trời mà chủ yếu bởi hiệu ứng nhà kính do chất thải công nghiệp của con người gây ra.

Chương XII

CÁC SAO

Sao là dạng tồn tại của vật chất phổ biến nhất trong vũ trụ. Mỗi sao là một Mặt Trời – một quả cầu khí khổng lồ nóng sáng.

Trong vũ trụ có vô số sao. Thế giới các sao là muôn hình muôn vẻ. Để thuận tiện cho việc nghiên cứu người ta đã phân loại các sao thành từng loại có đặc tính vật lí giống nhau. Đa số các sao ở giai đoạn ổn định (có các đại lượng đặc trưng như kích thước nhiệt độ... không đổi). Chương này trình bày phương pháp xác định các đại lượng đặc trưng của các sao, điểm qua một số kết quả nghiên cứu và khái niệm về tiến hóa của các sao.

§100. CẤP SAO

Để khảo sát các sao về độ rọi (độ sáng nhìn thấy) và về năng lượng bức xạ người ta dùng khái niệm cấp sao. Cấp sao được chia ra 2 loại : Cấp sao nhìn thấy và cấp sao tuyệt đối.

1. Cấp sao nhìn thấy (m)

Cấp sao nhìn thấy là thang xác định độ rọi của các sao. Nếu gọi quang thông Φ của một nguồn sáng truyền đến một diện tích S (chẳng hạn đến con ngươi hay vật kính của kính thiên văn), thì độ rọi là :

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

Độ rọi là cơ sở để xác định cấp sao nhìn thấy.

Theo quy ước thì sao có độ rọi càng lớn ứng với cấp sao nhìn thấy càng bé ; hai sao khác nhau 5 cấp có độ rọi khác nhau 100

lần. Với quy ước này, thì hai sao có cấp sao khác nhau 1 cấp có độ rọi khác nhau 2,512 lần ($\sqrt[5]{100} = 2,512$). Cụ thể sao cấp một có độ rọi lớn hơn sao cấp hai là 2,512 lần, sao cấp hai có độ rọi lớn hơn sao cấp ba là 2,512 lần... Một cách tổng quát, hai sao khác nhau n cấp thì có độ rọi khác nhau $(2,512)^n$ lần. Từ đó ta dễ dàng lập biểu thức liên hệ giữa độ rọi E_1 và E_2 của hai sao có cấp sao nhìn thấy tương ứng là m_1 và m_2

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)} \qquad (12.1)$$

Cấp số không (0) được quy ước cho các sao nhìn thấy sáng nhất trong bầu trời. Cấp sao của Mặt Trời, Mặt Trăng có trị số âm. Dưới đây là bảng cấp sao nhìn thấy của một số thiên thể :

Thiên thể	Cấp sao nhìn thấy (m)
Mặt Trời	−26,7
Trăng tròn	−12,6
Sao Thiên Lang	−1,3
Sao Chức Nữ	+0,1
Sao Bắc Cực	+2,15

Sao mờ nhất mà mắt ta còn thấy được có cấp 6. Bằng ống nhòm trung bình ta có thể nhìn được các sao đến cấp 10. Với kính thiên văn hiện đại ta có thể nhìn thấy được các sao cấp trên 20.

Cần nhấn mạnh rằng cấp sao nhìn thấy (m) của các sao là đại lượng có thể xác định được (thông qua độ rọi), song không biểu thị năng lượng bức xạ thực có của các sao.

2. Cấp sao tuyệt đối (M)

Rõ ràng cấp sao nhìn thấy không chỉ phụ thuộc vào năng lượng bức xạ mà còn phụ thuộc khoảng cách từ thiên thể khảo sát đến Trái Đất. Để so sánh năng lượng thực có của các sao người ta đã dùng khái niệm cấp sao tuyệt đối.

Cấp sao tuyệt đối (M) của các sao được quy ước là cấp sao "nhìn thấy" của chúng nếu như khoảng cách từ chúng đến Trái Đất bằng nhau. Khoảng cách quy ước này là 10 pasec (khoảng cách 1 pasec ứng với thị sai hàng năm bằng 1 giây). Ta có thể xác định cấp sao tuyệt đối M của các sao qua cấp sao nhìn thấy m và qua thị sai năm của chúng. Thật vậy, nếu gọi m là cấp sao nhìn thấy của một sao (với khoảng cách thực là d pasec) và m' là cấp sao nhìn thấy của sao đó (nếu như nó ở cách ta 10 pasec) thì m' theo quy ước sẽ là cấp sao tuyệt đối M của sao đó. Vì độ rọi (E) tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách nên có đẳng thức :

$$\frac{E_m}{E_{m'}} = \frac{E_m}{E_M} = \left(\frac{10}{d}\right)^2 \qquad (12.2)$$

Từ (12.1) và (12.2) ta có :

$$\frac{E_m}{E_M} = \left(\frac{10}{d}\right)^2 = 2{,}512^{M-m} \qquad (12.3)$$

Lấy lôgarít hai vế ta được :

$$2\lg 10 - 2\lg d = (M - m)\lg 2{,}512$$

$$2 - 2\lg d = (M - m)0{,}4$$

$$5 - 5\lg d = M - m$$

$$M = m + 5 - 5\lg d. \qquad (12.4)$$

Vì thị sai năm π và khoảng cách d của thiên thể (tính theo pasec) liên hệ với nhau theo công thức $d = 1/\pi$ nên (12.4) có dạng :

$$M = m + 5 + 5\lg\pi. \qquad (12.5)$$

Công thức (12.5) cho phép xác định cấp sao tuyệt đối M khi biết cấp sao nhìn thấy m và thị sai năm π của sao.

Chẳng hạn Mặt Trời có cấp sao nhìn thấy $m_{\odot} = -26,8$ có khoảng cách $d = 1$đ.v.t.v. $= \frac{1}{206265}$ps, thì cấp sao tuyệt đối $M_{\odot}$ của nó bằng :

$$M_{\odot} = -26,8 + 5 + 26,6 = 4,8.$$

§101. XÁC ĐỊNH CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA CÁC SAO

1. Công suất bức xạ. Độ trưng

Khi biết cấp sao nhìn thấy của 2 sao thì ta tính được tỉ số độ rọi của chúng theo (12.1). Cũng như vậy nếu biết cấp sao tuyệt đối của hai sao thì ta tính được tỉ số công suất bức xạ toàn phần của chúng. Nếu gọi W_1, W_2 và M_1, M_2 lần lượt là công suất bức xạ và cấp sao tuyệt đối của hai sao thì :

$$\frac{W_1}{W_2} = 2,512^{M_2 - M_1}$$

Trong Thiên văn học người ta thường tính công suất bức xạ của các sao theo công suất bức xạ của Mặt Trời và được kí hiệu bằng chữ L.

$$L = \frac{W}{W_{\odot}} = 2,512^{M_{\odot} - M}$$

Ví dụ sao Thiên Lang có cấp sao tuyệt đối bằng 1,3 thì độ trưng L của nó là

$$L = 2,512^{4,8-1,3} = 25$$

Như vậy sao Thiên Lang có công suất bức xạ năng lượng lớn hơn của Mặt Trời đến 25 lần.

Các kết quả quan trắc cho biết công suất bức xạ của các sao có trị số rất khác nhau. Mặt Trời là sao có công suất vào cỡ

trung bình. Có những sao có độ trưng lớn đến hàng chục ngàn, ngược lại có những sao có độ trưng bé (một vài phần trăm).

2. Xác định bán kính

Các sao tuy có kích thước rất lớn nhưng vì ở quá xa nên ta không thể trực tiếp xác định bán kính của chúng bằng phương pháp thiên văn đo đạc (đo bán kính góc). Có nhiều phương pháp gián tiếp xác định bán kính của các sao. Phương pháp được sử dụng rộng rãi là xác định qua độ trưng và nhiệt độ hiệu dụng của sao. Cụ thể là :

Từ công suất bức xạ của sao :

$$W = 4\pi R^2 \sigma T^4 \qquad (12.7)$$

và công suất bức xạ của Mặt Trời

$$W_\odot = 4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 \qquad (12.8)$$

Ta có độ trưng của sao L :

$$L = \frac{W}{W_\odot} = \frac{R^2 T^4}{R_\odot^2 T_\odot^4}$$

và từ đó bán kính R của sao là :

$$R = \sqrt{L}\left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2 R_\odot \qquad (12.9)$$

Ví dụ sao Thiên Lang có T = 10 000°, có L bằng 25 thì bán kính của nó là :

$$R = 1,8R_\odot$$

Bán kính của các sao đã xác định được có trị số rất khác nhau. Các sao được gọi là khổng lồ lớn hơn Mặt Trời đến hàng ngàn lần, ngược lại có những sao bé hơn Mặt Trời đến hàng trăm, hàng ngàn lần.

3. Xác định khối lượng

Phương pháp đã biết để xác định khối lượng các sao là dựa vào định luật 3 Kêple. Như vậy bằng phương pháp này ta không thể xác định được khối lượng của các sao đơn trong không gian mà chỉ có thể xác định khối lượng của các sao đôi vật lí tức là các cặp sao chuyển động quanh khối tâm chung của chúng dưới tác dụng của lực hấp dẫn tương hỗ :

Gọi T là chu kì và a là bán trục lớn của quỹ đạo chuyển động của sao vệ tinh đối với sao chính thì theo định luật 3 Kêple ta có :

$$\frac{T^2(M_1 + M_2)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} \qquad (12.10)$$

trong đó M_1 và M_2 là khối lượng của hai sao đó.

Đối với hệ Mặt Trời và Trái Đất ta có :

$$\frac{T_o^2(M_\odot + M)}{a_o^3} = \frac{4\pi^2}{G} \qquad (12.11)$$

trong đó T là chu kì và a là bán kính trục lớn quỹ đạo chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời. Từ (12.10) và (12.11) ta rút được đẳng thức :

$$\frac{M_1 + M_2}{M_\odot + M} = \left(\frac{a}{a_o}\right)^3 \left(\frac{T_o}{T}\right)^2$$

Ví dụ đối với sao đôi Cận Tinh (trong chòm sao Nhân Mã) có chu kì chuyển động của sao vệ tinh T = 80 năm, bán trục lớn quỹ đạo a = 22đ.v.t.v thì :

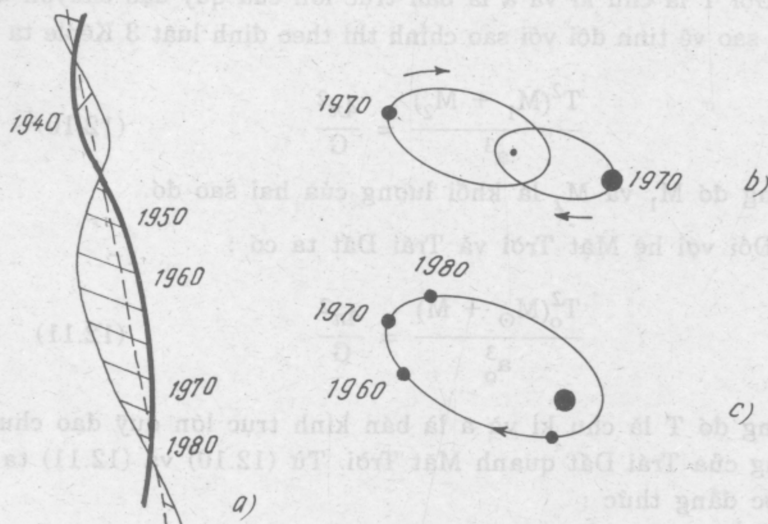
$$\frac{M_1 + M_2}{M_\odot + M} = (22)^3 \cdot \left(\frac{1}{80}\right)^2 = 1,7. \qquad (12.12)$$

Từ đó : $M_1 + M_2 = 1,7(M_\odot + M)$

hay $M_1 + M_2 \approx 1,7M_\odot$

Như vậy sao đôi Cận Tinh có khối lượng vào khoảng 1,7 lần khối lượng của Mặt Trời.

Lịch sử phát hiện sao đôi bắt đầu từ giữa thế kỉ XIX. Năm 1844 Betxen nhận thấy sao Thiên Lang chuyển động trên nền trời theo một quỹ đạo có dạng hình sin. Ông cho rằng Thiên Lang phải là sao đôi, nghĩa là ngoài sao Thiên Lang chính còn có một sao vệ tinh. Sau đó 18 năm Clac đã quan sát được sao vệ tinh dự đoán đó.



Hình 103

Trên hình 103a quỹ đạo của sao chính là đường nét đậm, quỹ đạo của sao vệ tinh là đường nét thanh, quỹ đạo của khối tâm là đường thẳng ngắt quãng. Hình 103b minh họa quỹ đạo của hai sao quanh khối tâm chung, hình 103c minh họa quỹ đạo của sao vệ tinh quanh sao chính. Qua kết quả quan trắc người ta đã tính được chu kì chuyển động của sao vệ tinh quanh sao chính bằng 50 năm với bán trục lớn quỹ đạo bằng 20 đ.v.t.v.

Dùng công thức (12.12) ta tính được khối lượng của sao đôi Thiên Lang ($M_{TL} + M_{VT}$) lớn hơn khối lượng của Mặt Trời trên 3 lần.

$$M_{TL} + M_{VT} = \frac{(20)^3}{(50)^2} M_{\odot} = 3{,}2M_{\odot}$$

Quỹ đạo chuyển động (H. 103) cho thấy tại mọi thời điểm khoảng cách từ sao vệ tinh đến khối tâm lớn hơn khoảng cách từ sao chính đến khối tâm khoảng 2 lần. Như vậy theo định luật khối tâm ta có thể khẳng định khối lượng của sao chính lớn gấp đôi khối lượng của sao vệ tinh.

$$M_{TL} = 2M_{VT}$$

và do đó $$M_{TL} = 2M_{\odot}$$

Các sao đã nghiên cứu có khối lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến vài ba chục lần lớn hơn khối lượng của Mặt Trời.

§102. PHÂN LOẠI CÁC SAO THEO QUANG PHỔ

Để nghiên cứu thế giới các sao người ta đã tìm cách phân loại chúng. Tín hiệu phân biệt đầu tiên là nhiệt độ, biểu hiện qua màu sắc và qua đặc tính của phổ vạch của chúng.

Cũng như đối với Mặt Trời, quang phổ của các sao là quang phổ liên tục trên đó có các vạch thường là những vạch hấp thụ. Đặc tính khác nhau cơ bản của các quang phổ là số vạch, bước sóng của từng vạch và cường độ của các vạch. Các đặc tính này phụ thuộc vào nguyên tố hóa học cấu tạo nên các sao, nhiệt độ của quang cầu và tỉ lệ các nguyên tố.

Theo quy ước người ta đã xếp quang phổ của các sao thành 8 loại chính, được kí hiệu qua 8 chữ cái :

W – O – B – A – F – G – K – M

Bảng VIII dưới đây ghi các đặc trưng cơ bản của từng loại quang phổ.

Bảng VIII

Loại	Nhiệt độ	Màu	Các vạch quang phổ nổi bật
W*	50 000	Lam	Vạch phát xạ He^+, He và N
O	30 000	Lam	Vạch hấp thụ He^+, He, H và iôn C, Si, N, O
B	20 000	Trắng lam	Vạch He
A	10 000	Trắng	Vạch H
F	8 000	Trắng vàng	Vạch Ca^+, Mg^+... vạch H yếu
G**	6 000	Vàng	Vạch Ca^+, Fe, Ti...
K	4 000	Da cam	Vạch Fe, Ti
M	3 000	Đỏ	Dải hấp thụ của phân tử TiO

* Chỉ trong quang phổ loại W mới có các vạch phát xạ. Các sao thuộc loại này còn được gọi là sao Vônfơ–Rai (tên hai nhà khoa học đầu tiên phát hiện các vạch này).

** Mặt Trời là sao có quang phổ thuộc loại G.

§103. HỌA ĐỒ QUANG PHỔ – ĐỘ TRƯNG

Nhà thiên văn Hecxprung (Hà Lan) và nhà thiên văn Rơtxen (Mĩ) đã xác lập mối liên hệ giữa quang phổ và độ trưng của các sao bằng họa đồ. Mỗi sao được đánh dấu bằng một chấm trên họa đồ thông qua cặp thông số : quang phổ – độ trưng hay cũng là nhiệt độ – cấp sao tuyệt đối. Hình 104 là họa đồ Hecxprung – Rơtxen, trục hoành ghi loại quang phổ (nhiệt độ) trục tung ghi độ trưng (cấp sao tuyệt đối).

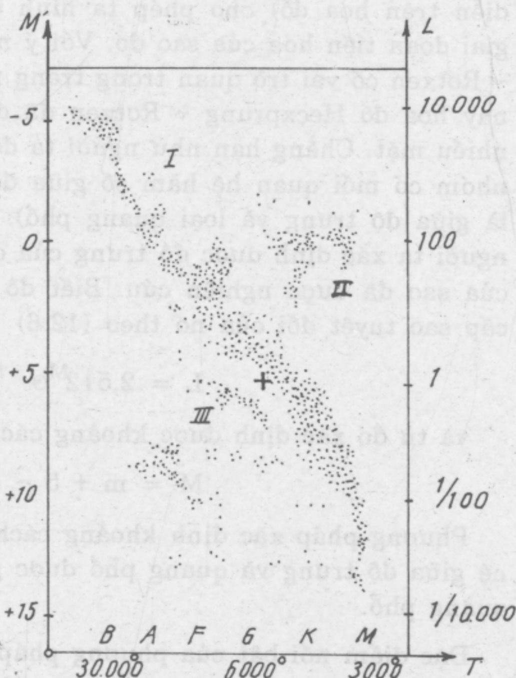
Nếu như giữa độ trưng (L) và loại quang phổ của sao không có mối liên hệ hàm số nào thì các chấm sẽ được phân bố đồng đều trên họa đồ. Thực ra các chấm được tập trung vào những khu vực xác định. Tuyệt đại đa số các chấm tập trung theo một dải hẹp kéo dài từ góc trái – trên xuống góc phải – dưới. Dải này được gọi là dải chính (dải I). Vị trí của Mặt Trời trên dải này được ghi bằng dấu +.

Ngoài ra còn có một số chấm (sao) tập trung vào khu vực phải – trên (dải II), một số ít chấm tập trung vào khu vực trái – dưới (dải III).

Từ công thức (12.7) :

– $W = 4\pi R^2 \sigma T^4$ và mật độ các chấm (các sao) trên họa đồ ta có mấy kết luận sau :

– Các sao thuộc dải II (quang phổ G – M hay nhiệt độ $6000^o - 3000^o$) với cấp sao tuyệt đối vào cỡ bằng không (độ trưng L = 100) là những sao có kích thước rất lớn so với các sao cùng loại quang phổ thuộc dải chính (chẳng hạn so với Mặt Trời). Các sao thuộc dải II được gọi là các sao khổng lồ hay sao kềnh. Rõ ràng các sao kềnh mà các chấm biểu diễn nằm ở phần cao trong khu vực II này có kích thước vô cùng lớn. Chúng được gọi là sao siêu kềnh. Mật độ số chấm trên họa đồ cho thấy tỉ lệ các loại sao : ứng với mỗi sao siêu kềnh có khoảng 1000 sao kềnh và có đến hàng chục triệu sao thường (thuộc dải chính).



Hình 104

– Các sao thuộc dải III (quang phổ A – F hay nhiệt độ $10\,000^o - 8000^o$) với cấp sao tuyệt đối vào khoảng +10 có kích thước bé hơn nhiều so với các sao cùng loại quang phổ nằm trên dải chính. Chúng được gọi là các sao lùn hay sao trắt. Rõ ràng những sao trắt (những chấm) nằm sâu ở góc trái dưới (nhiệt độ rất cao nhưng độ trưng rất nhỏ) có kích thước càng bé. Chúng được gọi là các sao trắt trắng (lùn trắng).

Họa đồ quang phổ – độ trưng cho ta hình ảnh phân bố các sao thành từng nhóm (các sao trong mỗi nhóm có tính chất vật lí giống nhau). Như vậy vị trí của mỗi sao (thông qua chấm biểu diễn trên họa đồ) cho phép ta hình dung lí tính và có thể cả giai đoạn tiến hóa của sao đó. Với ý nghĩa ấy họa đồ Hecxprung – Rơtxen có vai trò quan trọng trong ngành thiên văn sao. Ngày nay họa đồ Hecxprung – Rơtxen đã được khai thác nghiên cứu nhiều mặt. Chẳng hạn như người ta đã phân các sao thành từng nhóm có mối quan hệ hàm số giữa độ trưng và nhiệt độ (cũng là giữa độ trưng và loại quang phổ). Bằng hàm số liên hệ này người ta xác định được độ trưng của các sao mỗi khi quang phổ của sao đã được nghiên cứu. Biết độ trưng ta có thể xác định cấp sao tuyệt đối của nó theo (12.6)

$$L = 2{,}512^{M_{\odot} - M}$$

và từ đó xác định được khoảng cách (d) đến sao theo (12.4) :

$$M = m + 5 - 5\lg d.$$

Phương pháp xác định khoảng cách đến các sao dựa vào liên hệ giữa độ trưng và quang phổ được gọi là phương pháp thị sai quang phổ.

Đặc điểm nổi bật của phương pháp thị sai quang phổ (so với phương pháp đo khoảng cách bằng thị sai lượng giác) là ở chỗ nó cho phép ta xác định khoảng cách đến các sao ở rất xa.

Người ta cũng tìm được liên hệ giữa độ trưng và khối lượng của các sao trong các dãy trên biểu đồ. Đối với các sao thuộc dải chính, công thức liên hệ rút ra được là :

$$L = M^{3,9}$$

Công thức thực nghiệm này cho phép xác định khối lượng các sao trong dải chính, kể cả các sao đơn, tức là những sao mà khối lượng của chúng không thể xác định theo định luật 3 Kêple.

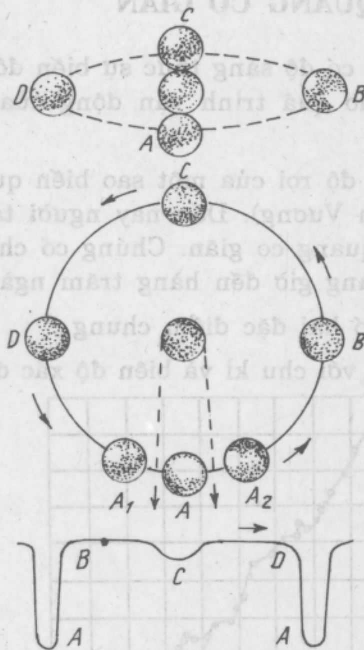
Đến đây ta càng rõ thêm ý nghĩa của họa đồ Hecxprung–Rơtxen trong nghiên cứu thế giới các sao.

CÁC SAO BIẾN QUANG

Sao biến quang là các sao có các đại lượng vật lí đặc trưng biến đổi, thậm chí có trường hợp biến đổi rất đột ngột. Thuộc loại này có sao biến quang che khuất, sao biến quang co nở, sao biến quang đột biến, sao punxa... Qua nghiên cứu các sao này người ta hi vọng có thể hiểu sâu hơn cấu tạo bên trong của các sao và có thể cả sự tiến hóa của chúng nữa.

§104. SAO BIẾN QUANG DO CHE KHUẤT

Sao biến quang do che khuất là sao có độ rọi (cấp sao nhìn thấy) biến đổi. Cách đây gần 1000 năm, các nhà thiên văn Ả Rập đã phát hiện sao β trong chòm Thiên Vương có độ sáng biến thiên với chu kì và biên độ xác định. Họ đã sửng sốt và đặt tên cho sao này là sao Angôn (có nghĩa là sao ma quỷ). Về sau người ta biết Angôn là sao đôi – hệ hai sao chuyển động quanh khối tâm chung với chu kì 2 ngày 20 giờ 49 phút. Một trong hai sao đó (sao chính) có độ sáng lớn hơn nhiều so với sao kia (sao vệ tinh). Rõ ràng độ sáng của từng sao không đổi nhưng trong quá trình chuyển động quanh khối tâm chung chúng lần lượt che khuất nhau, dẫn đến quang thông tổng cộng của chúng truyền đến ta biến đổi một cách tuần hoàn với chu kì bằng chu kì chuyển động của



Hình 105

chúng quanh khối tâm (cũng là chu kì chuyển động của sao vệ tinh quanh sao chính).

Hình 105 là đồ thị biến thiên quang thông tổng cộng của Angôn theo thời gian. Trong mỗi chu kì có hai cực tiểu. Cực tiểu mạnh ứng với thời điểm sao vệ tinh che sao chính, cực tiểu yếu ứng với thời điểm sao chính che sao vệ tinh.

Đến nay người ta đã quan sát được hàng vạn sao biến quang che khuất có đặc điểm biến thiên (biên độ, chu kì) khác nhau.

Nghiên cứu đặc điểm biến thiên của sao biến quang che khuất người ta có khả năng xác định khối lượng, kích thước, nhiệt độ hiệu dụng của các sao thành viên.

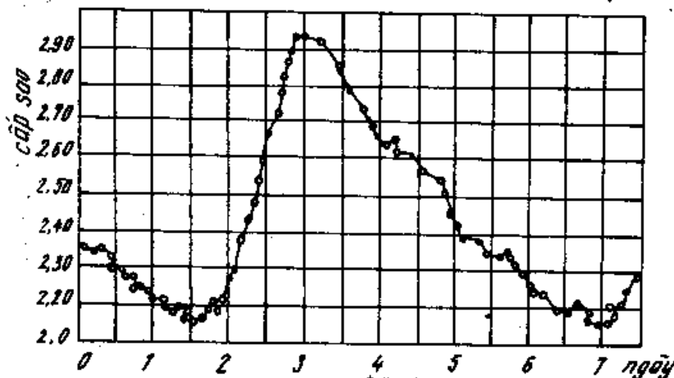
§105. SAO BIẾN QUANG CO GIÃN

Sao biến quang co giãn là sao có độ sáng thực sự biến đổi và biến đổi một cách tuần hoàn (do quá trình vận động của vật chất cấu tạo nên sao đó).

Hình 106 là đồ thị biến thiên độ rọi của một sao biến quang co giãn (sao δ trong chòm Thiên Vương). Đến nay người ta đã phát hiện trên 15 000 sao biến quang co giãn. Chúng có chu kì biến quang rất khác nhau (từ hàng giờ đến hàng trăm ngày).

Các sao biến quang co giãn có hai đặc điểm chung :

– Độ rọi biến thiên tuần hoàn với chu kì và biên độ xác định.



Hình 106

– Vận tốc của vật chất quan sát theo phương tia nhìn biến thiên cùng pha với biến thiên của độ rọi sáng.

Từ những đặc điểm trên, người ta cho rằng các sao biến quang này là những sao hiện có lớp vỏ đang ở trạng thái co giãn.

Trên họa đồ quang phổ – độ trưng, các sao biến quang co giãn nằm trong khu vực ở khoảng giữa dải chính và dải sao kềnh. Các sao biến quang nằm càng gần dải sao kềnh, và càng ở phía phải của họa đồ có chu kì co giãn càng lớn. Điều này có nghĩa rằng các sao có khối lượng riêng càng nhỏ thì có chu kì co giãn càng lớn. Kết luận rút ra từ thực nghiệm quan sát này được lí thuyết chấp nhận. Eđinxơn chứng minh rằng đối với các sao ở trạng thái co giãn thì chu kì co giãn phải tỉ lệ ngược với căn số bậc hai của khối lượng riêng trung bình của chúng. Thuyết của Eđinxơn có thể tóm tắt như sau : Nếu như một sao đang ở trạng thái cân bằng khí động mà bỗng nhiên vì một lí do nào đó co lại thì sau đó, sẽ giãn ra và tiếp tục co giãn quanh vị trí cân bằng. Quá trình co giãn này được lặp đi lặp lại (tương tự như dao động của một con lắc cầu) nếu như không có một nguyên nhân nào khác (một lực nào khác) cản trở nó.

Phương trình dao động nhỏ (co giãn với biên độ bé) có tính đối xứng xuyên tâm của một cầu khí đồng nhất là :

$$\rho \frac{d^2r}{dt^2} = -\rho g - \frac{dp}{dr} \qquad (12.13)$$

trong đó ρ là khối lượng riêng của lớp dao động, p là áp suất chất khí và g là gia tốc trọng trường tại lớp dao động (cách tâm cầu khí một đoạn r).

Phương trình (12.13) cho thấy lực làm cho lớp vật chất dao động là lực hấp dẫn kết hợp với gradien áp suất.

Vì dao động được giả thiết là nhỏ nên có thể khai triển các thông số r, g, ρ thành cấp số quanh trị số cân bằng tương ứng r_o, g_o, ρ_o :

$$r = r_o\,(1 + \alpha)$$
$$g = g_o(1 + \alpha)^{-2} \approx g_o(1 - 2\alpha)$$
$$\rho = \rho_o(1 + \alpha)^{-3} \approx \rho_o(1 - 3\alpha) \qquad (12.14)$$

và với giả thiết dao động đoạn nhiệt thì

$$p = p_o(1 + \alpha)^{-3\gamma} \approx p_o(1 - 3\alpha\gamma)$$

trong đó α là số đặc trưng cho sự co giãn.

Từ (12.14) ta có :

$$dr = dr_o\,(1 + \alpha)$$
$$dp = dp_o(1 - 3\alpha\gamma).$$

Mặt khác ta cũng có thể viết :

$$dp = -\rho g dr$$
$$dp_o = -\rho_o g_o dr_o$$

nên $$dp = -\rho_o g_o\, dr_o(1 - 3\alpha\gamma) \qquad (12.15)$$

Từ (12.13), (12.14) và (12.15), bỏ qua các số hạng bậc hai ta được phương trình

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\,g_o(1 - 2\alpha) + g_o\,\frac{dr_o}{dr}\,\frac{1 - 3\alpha\gamma}{1 - 3\alpha}$$
$$= -\,g_o\,(1 - 2\alpha) + \frac{g_o\,(1 - 3\alpha\gamma)}{(1 + \alpha)\,.\,(1 - 3\alpha)}$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\,g_o(1 - 2\alpha) + \frac{g_o(1 - 3\alpha\gamma)}{(1 - 2\alpha)}$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\,g_o(1 - 2\alpha) + g_o(1 - 3\alpha\gamma)\,(1 + 2\alpha)$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\,g_o(3\gamma - 4)\alpha$$

Mặt khác ta cũng có thể viết :

$$\frac{d^2r}{dt^2} = r_o \frac{d^2\alpha}{dt^2}$$

Do đó ta có :

$$r_o \frac{d^2\alpha}{dt^2} + g_o(3\gamma - 4)\alpha = 0$$

hay $$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g_o}{r_o}(3\gamma - 4)\alpha = 0 \qquad (12.16)$$

Vì α đặc trưng cho co giãn nên có thể giả thiết $|\alpha| \leq 1$ và có dạng một hàm sin với chu kì T

$$\alpha = \sin\frac{2\pi}{T}t. \qquad (12.17)$$

Đưa trị số α (12.17) vào (12.16) ta sẽ thu được một phương trình dao động với chu kì T xác định :

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho_o(3\gamma - 4)}}$$

Từ đó :

$$T\sqrt{\rho_o} = \sqrt{\frac{3\pi}{G(3\gamma - 4)}} = \text{hằng số}. \qquad (12.18)$$

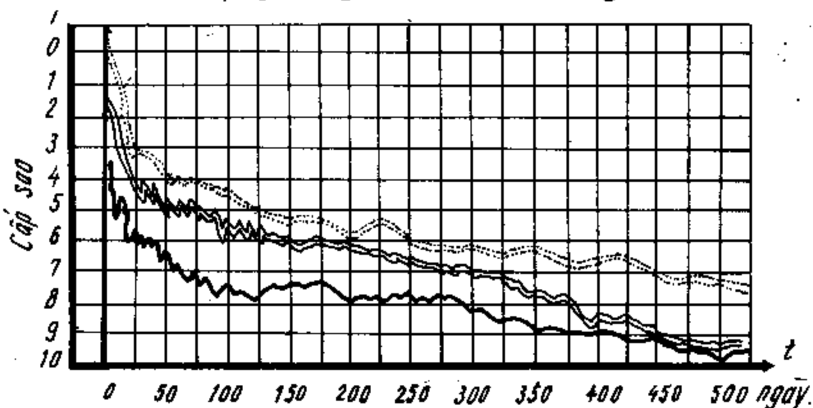
(12.18) chứng tỏ rằng chu kì dao động của các sao biến quang co giãn tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của khối lượng riêng trung bình của nó.

Sự phù hợp giữa lí thuyết và số liệu quan sát cho phép kết luận các sao biến quang co giãn là những sao có lớp vỏ đang ở trạng thái co giãn (một con lắc cầu khổng lồ). Vấn đề đặt ra tiếp theo là lực nào đã duy trì sự dao động của "con lắc" đó ? Người ta cho rằng lực duy trì dao động cơ học của sao biến quang này là lực được hình thành trong quá trình giải phóng năng lượng từ trong nhân của sao.

§106. SAO BIẾN QUANG ĐỘT BIẾN – SAO MỚI

Có những sao bình thường chỉ có thể nhìn thấy qua kính thiên văn cực mạnh bỗng bùng sáng lên một cách đột ngột. Độ sáng có thể tăng lên đến 10 cấp sao tức là tăng lên hàng vạn lần. Chúng được gọi là sao biến quang đột biến hay *sao mới*. Đối với những sao có độ sáng đột ngột tăng lên đến hàng triệu lần thì được gọi là sao *siêu mới*.

Hình 107 biểu diễn sự biến thiên độ sáng của ba sao mới điển hình. Độ sáng tăng nhanh lên hàng ngàn vạn lần trong một thời gian rất ngắn (mấy ngày) rồi sau đó giảm rất chậm (kéo dài hàng năm) đến trị số ban đầu. Trong thời kì bùng sáng, vật chất được phóng từ sao ra không trung với vận tốc khoảng 1000 km/s.



Hình 107

Đến nay người ta đã ghi nhận được trên 400 sao mới. Các sao mới có thể là những sao đôi (sao chính là sao nóng, sao vệ tinh là sao nguội). Trong quá trình vận động vật chất từ sao vệ tinh được chuyển dần sang sao chính, làm cho nhiệt độ của sao chính tăng, năng lượng được tích tụ và cuối cùng giải phóng ra ngoài với tính chất của một vụ nổ.

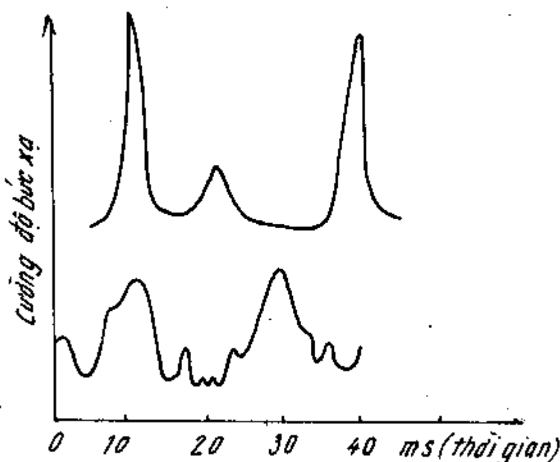
Đối với các sao siêu mới thì sau vụ nổ (vì vật chất phóng ra với vận tốc rất lớn) vật chất các lớp ngoài phóng ra không có khả năng rơi trở lại mà hình thành một lớp bụi mù tản rộng quanh lõi sao, hình thành các tinh vân. Điển hình sao siêu mới

là sao ở phương chòm sao Con Trâu được ghi nhận năm 1054. Đến nay ở phương này tồn tại một tinh vân có hình dạng một con cua.

Vấn đề tiếp tục đặt ra là tìm hiểu nguồn gốc năng lượng khổng lồ của các vụ nổ ấy. Đó là hiện tượng nén hấp dẫn đột ngột hay nổ hạt nhân ?

§107. PUNXA

Năm 1967 một số nhà thiên văn trường Đại học Kembrigiơ đã thu được tín hiệu vô tuyến vũ trụ có dạng rất đặc biệt. Đó là những xung vô tuyến (λ = 3,68m) ngắt quãng với chu kì xác định (T = 1,337 301 13 giây). Mỗi xung kéo dài 0,3 giây (H. 108).



Hình 108

Đặc tính của tín hiệu này tương tự như các xung phát từ các trạm rađa nên người ta đã nghĩ tới các tín hiệu của một nền văn minh nào đó ở ngoài Trái Đất.

Về sau người ta đã phát hiện thêm nhiều thiên thể khác cũng phát tín hiệu vô tuyến tương tự (có chu kì 0,01 – 5 giây), ngoài

ra còn bức xạ đủ loại sóng khác kể cả sóng ánh sáng. Loại sao này được gọi là punxa.

Khoảng cách đến các punxa đã phát hiện được nằm trong vòng 100 – 25 000 năm ánh sáng và như vậy các punxa là những sao thuộc thiên hà của chúng ta.

Punxa là sao như thế nào ? Đầu tiên người ta chọ rằng punxa là sao trắt trắng co giãn. Nhưng khi tính chu kì co giãn của các trắt trắng theo (12.18) thì trị số thu được không phù hợp với chu kì quan sát. Hiện nay người ta nghiêng về giả thuyết punxa là sao nơtrôn.

Vào khoảng giữa thế kỉ này một số nhà vật lí lí thuyết đã đề cập đến khả năng tồn tại vật chất ở trạng thái siêu đặc – được cấu tạo chỉ bởi các nơtrôn. Tính toán cho biết rằng đối với các sao nơtrôn có khối lượng vào cỡ hai lần khối lượng của Mặt Trời thì có bán kính chỉ bằng 12 km.

Vì có kích thước rất bé nên sao nơtrôn phải quay rất nhanh. Như đã biết một sao có khối lượng M, bán kính R_o, quay quanh một trục với vận tốc góc ω_o thì có mômen động lượng là :

$$L = I_o\omega_o$$

trong đó I_o là mômen quán tính

$$I_o = \frac{2}{5}MR_o^2 \text{ ; do đó } \qquad L = \frac{2}{5}MR_o^2\omega_o$$

Khi sao co lại đến bán kính R thì mômen động lượng được tính theo :

$$L' = \frac{2}{5}MR^2\omega$$

Vì mômen động lượng bảo toàn nên :

$$L = L'$$

$$\frac{2}{5}MR_o^2\omega_o = \frac{2}{5}MR^2\omega$$

Từ đó $\omega = \omega_o \left(\frac{R_o}{R}\right)^2$ (12.19)

(12.19) chứng tỏ sao càng co (bán kính R càng nhỏ) thì vận tốc ω càng lớn hay chu kì quay càng bé.

Giả thử một sao trước thời kì co có các thông số như của Mặt Trời : $R = 7.10^7$m, $T_o = 25$ ngày

$$(\omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = 3.10^{-6} \text{ rad/s})$$

sau khi co chuyển thành sao nơtrôn (có bán kính R = 20 km = 2.10^4m) thì chu kì quay của nó chỉ còn bằng 1/580 giây.

Mặt khác khi kích thước của sao càng rút nhỏ thì cảm ứng từ B trên bề mặt của nó càng tăng

$$B = B_o \left(\frac{R_o}{R}\right)^2 \quad (12.20)$$

Chẳng hạn như nếu $B_o = 10^{-5}$ Tesla thì sau khi co $B = 10^4$ Tesla. Như vậy sao nơtrôn (nếu có) là sao siêu đặc, tự quay rất nhanh và có từ trường cực mạnh.

Có thể tưởng tượng sao punxa – nơtrôn bức xạ sóng điện từ mà ta ghi nhận được dưới dạng xung như kiểu ánh sáng thấy được từ một "hải đăng" (được bao kín chỉ trừ một cửa sổ nhỏ dọi sáng ra ngoài) đang quay quanh một trục. Rõ ràng chu kì thu nhận sóng đúng bằng chu kì quay của hải đăng. Thế thì "cửa sổ" dọi sáng của sao punxa như thế nào ?

Một số nhà khoa học cho rằng trục từ của sao punxa không trùng với trục quay của nó và vùng nóng (cửa sổ bức xạ) nằm tại khu vực của cực từ, nơi luồng các êlectrôn chuyển động theo đường xoắn ốc quanh các đường cảm ứng từ tiến đến với vận tốc cực lớn là yếu tố sinh ra bức xạ cộng hưởng sóng điện từ. Cửa sổ dọi sáng nằm tại cực từ và ta chỉ ghi nhận được sóng điện từ mỗi khi trục từ nằm theo phương tia nhìn.

§108. LỖ ĐEN

Ngoài các punxa (sao nơtrôn) người ta còn nói đến lỗ đen. Khả năng tồn tại đối tượng gọi là lỗ đen trước tiên được suy ra từ hệ quả của thuyết tương đối tổng quát.

1. Bán kính hấp dẫn của một vật

Theo định luật vạn vật hấp dẫn thì lực tương tác tỉ lệ ngược với bình phương khoảng cách ($F \sim r^{-2}$) và như vậy nếu khoảng cách r giảm đến số không ($r \to 0$) thì lực hấp dẫn lớn đến vô cùng !

Còn theo thuyết tương đối thì lực hấp dẫn của một vật có khối lượng M lên một vật khác tăng đến vô cực không phải khi khoảng cách $r \to 0$ mà khi $r \to R_g$

$$R_g = \frac{2GM}{c^2}$$

R_g được gọi là bán kính hấp dẫn của vật M. Mặt cầu bán kính R_g bao quanh M được gọi là cầu hấp dẫn. Nếu tính cho Mặt Trời thì cầu hấp dẫn của nó có bán kính $R_g = 2{,}96$km.

Với giả thuyết một sao khối lượng M co đến bán kính bằng bán kính cầu hấp dẫn của nó thì khối lượng riêng trung bình của nó sẽ là :

$$\bar{\rho} = 2.10^{16} \left(\frac{M_\odot}{M}\right)^2 \text{ g/cm}^3$$

trong đó $M_\odot$ là khối lượng của Mặt Trời. Vậy nếu áp dụng cho Mặt Trời thì nó có khối lượng riêng trung bình $\bar{\rho} = 2.10^{16}$ g/cm^3 nghĩa là vượt xa khối lượng riêng của hạt nhân nguyên tử (ρ hạt nhân = 10^{14} g/cm^3). Vật chất ở trạng thái như vậy là không thể hình dung được. Nhưng nếu một sao có khối lượng vào cỡ vài ba chục khối lượng của Mặt Trời thì khối lượng riêng của nó bé hơn khối lượng riêng của hạt nhân và điều này là chấp nhận được. Từ đó ta có thể giả thiết rằng trong những điều kiện

nhất định, sao có thể co đến kích thước bằng bán kính hấp dẫn của nó. Nếu có như vậy thì có thể rút ra những hệ quả gì ?

Thuyết tương đối còn dẫn đến hệ quả là quanh một thiên thể có khối lượng lớn không chỉ có sự biến đổi của đặc tính không gian mà còn ảnh hưởng ngay cả đến nhịp độ của thời gian.

Giả sử Δt là khoảng thời gian giữa hai sự kiện xảy ra trên một thiên thể (được gọi là thời gian riêng) có khối lượng M và bán kính R và $\Delta t'$ (được gọi là thời gian tọa độ) là khoảng thời gian cũng giữa hai sự kiện đã xảy ra ấy nhưng được ghi nhận bởi người quan sát ở ngoài thiên thể đó thì :

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{2GM}{Rc^2}}} = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{R_g}{R}}}$$

Từ đó ta thấy rằng nếu $R >> R_g$ thì $\Delta t' = \Delta t$. Nếu $R \to R_g$ thì $\Delta t' \to \infty$, tức là khi thiên thể có bán kính co rút đến gần trị số của bán kính hấp dẫn R_g của nó thì thời gian tọa độ sẽ trở nên vô cùng lớn – thời gian kéo dài ra. Như vậy giả thử một sao bình thường phát ra bước sóng $\lambda_o = cT_o$ (trong đó T_o là chu kì sóng), nếu co đến bán kính $R = R_g$ thì chu kì sẽ là :

$$T = \frac{T_o}{\sqrt{1 - \frac{R_g}{R_g}}} = \infty$$

và bước sóng sẽ là : $\lambda = cT = \infty$. Điều này cho thấy nếu một sao co đến bán kính hấp dẫn của nó thì không còn phát ra một sóng điện từ nào. Sao đã "tắt ngấm" và được mang tên *Lỗ đen.*

Làm thế nào để phát hiện Lỗ đen ? Lí thuyết cho biết trong thiên hà của chúng ta có hàng triệu lỗ đen và cũng chỉ ra rằng chỉ có thể phát hiện được Lỗ đen nếu nó là thành viên của một sao đôi.

Trong trường trọng lực mãnh liệt của Lỗ đen vật chất của sao vệ tinh bị cuốn hút chuyển động theo quỹ đạo xoáy trôn ốc và bị nóng lên đến hàng chục triệu độ trở thành nguồn bức xạ tia rơnghen cực mạnh. Bằng giả thuyết này người ta tin rằng một số sao bức xạ tia rơnghen cực mạnh sau đây có thành viên là lỗ đen :

– Sao HDE 226 868 chòm Thiên Nga có lỗ đen với khối lượng $M = 10M_{\odot}$ và chu kì chuyển động 5,6 ngày.

– Sao đôi chòm Thiên Vương có lỗ đen với khối lượng $M = 20M_{\odot}$, và chu kì chuyển động 580 ngày.

– Sao biến quang che khuất trong chòm Nhân Mã có lỗ đen với khối lượng $M = 23M_{\odot}$ với chu kì chuyển động khoảng 27 năm.

Có thể kết luận rằng sao nơtrôn, lỗ đen (nếu có thật) là những pha đặc biệt trong quá trình tiến hóa của các sao. Cùng với các sao biến quang và sao mới, lỗ đen là những đối tượng nghiên cứu rất hấp dẫn của các nhà vũ trụ học.

BÀI TẬP CHƯƠNG XII

1. Sao Thiên Lang ở cách xa 2,67 pasêc, giả sử vận tốc tia nhìn của nó không đổi và bằng 8 km/s (có hướng đi tới chúng ta) thì sau bao nhiêu năm độ sáng của nó sẽ tăng lên hai lần ?

2. Tính bán kính sao β chòm Nhân Mã biết cấp sao tuyệt đối của nó bằng – 5 và nhiệt độ $T = 21\,000^{\circ}$ (cấp sao tuyệt đối của Mặt Trời là +4,8 và nhiệt độ Mặt Trời là $5\,800^{\circ}$).

3. Tính khối lượng của một sao đôi biết thị sai của sao này là 0"07, đường kính góc của trục lớn quỹ đạo là 6"30 và chu kì quay là 420 năm.

4. Trong quang phổ sao ξ chòm Gấu Lớn vạch H_{γ} ($\gamma = 4341$Å) bị dịch chuyển nhiều nhất là 0,5Å. Tính vận tốc theo phương tia nhìn cực đại của các thành phần sao đôi này.

5. Trong một phút ở trên Trái Đất thu được năng lượng của sao α chòm Tráng Sĩ là $7{,}7.10^{-11}$ cal/cm². Tính nhiệt độ hiệu dụng của sao này, biết thị sai của nó là 0"011 và đường kính góc là 0"047.

Chương XIII

THIÊN HÀ

§109. THIÊN HÀ CỦA CHÚNG TA. DẢI NGÂN HÀ

Trong quá trình lịch sử xã hội con người luôn luôn đặt vấn đề tìm hiểu vũ trụ. Để giải thích sự phân bố các sao trong vũ trụ vô tận người ta để ý đến dải Ngân Hà. Một trong các nhà triết học và toán học thời cổ là Đêmôcrit đã cho rằng dải Ngân Hà là tập hợp vô số các sao. Năm 1610 Galilê đã xác nhận điều này bằng quan sát dải Ngân Hà qua kính thiên văn.

Dải Ngân Hà trải ra gần như dọc theo một đường tròn lớn nghiêng với xích đạo trời một góc gần 62^{o}. Các cực của vòng tròn lớn này (có xích vĩ là $+28^{o}$ và -28^{o}, xích kinh là 191^{o}) được gọi là cực bắc và cực nam của thiên hà.

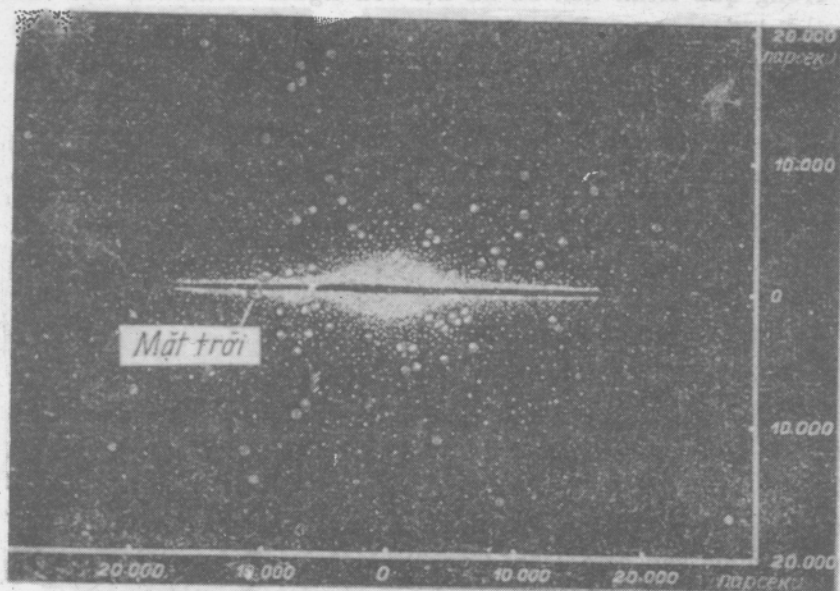
Vào đầu đêm mùa hè, chúng ta (ở nửa Địa Cầu Bắc) thấy dải Ngân Hà in trên thiên cầu theo hướng Đông Bắc – Tây Nam (qua các chòm sao Thiên Vương, Thiên Hậu, Thiên Nga, Nhân Mã, Con Vịt). Còn nếu quan sát vào sau nửa đêm mùa hè (hay vào đầu đêm mùa đông) thì ta sẽ thấy nửa kia của Ngân Hà in lên các chòm sao Anh Tiên, Con Trâu, Tráng Sĩ và Đại Khuyển.

Cuối thế kỉ XVIII Hecxen đã tính mật độ các sao theo các hướng của bầu trời thì thấy rằng : mật độ sao tăng nhanh khi tiến vào khu vực Ngân Hà và giảm rất nhanh khi đi về hai cực của thiên hà.

Kết quả khảo sát cho thấy dải Ngân Hà là bộ phận cơ bản của một hệ sao gồm trên 100 tỉ sao, trong đó có hệ Mặt Trời

của chúng ta và được gọi là thiên hà của chúng ta (Thiên Hà). Tâm của Thiên Hà nằm trên hướng chòm sao Nhân Mã, có xích kinh $\alpha = 265^o$ và xích vĩ $\delta = -29^o$. Đường kính Thiên Hà bằng 100.000 năm ánh sáng. Hệ Mặt Trời của chúng ta ở cách tâm Thiên Hà một khoảng bằng 2/3 bán kính của nó.

Hình 109 là mô hình Thiên Hà nhìn từ bên ngoài theo phương ngang. Nếu nhìn theo phương thẳng góc với mặt phẳng chính (dải Ngân Hà) thì lại có dạng xoắn ốc (xem §112).



Hình 109. Mô hình thiên hà của chúng ta (nhìn ngang).

§110. VẬT CHẤT KHUẾCH TÁN GIỮA CÁC SAO

1. Những đám mây bụi khí.

Hơn một trăm năm trước Xtruviê nhà thiên văn Nga đã phát hiện sự hấp thụ ánh sáng của các sao trên đường truyền tới Trái Đất.

Do bị hấp thụ mà độ sáng của sao bị giảm. Độ giảm ánh sáng càng mạnh khi sao ở càng xa và đặc biệt đối với bước sóng càng ngắn. Cũng vì thế mà các sao ở xa thường có màu hơi đỏ.

Sở dĩ có sự hấp thụ ánh sáng là vì trong Thiên Hà, ngoài các sao còn có các đám bụi khí. Truyền qua lớp bụi khí ánh sáng bị tán xạ và bị hấp thụ. Những đám bụi khí tồn tại ở gần một sao khổng lồ sáng thì cũng trở nên sáng. Quang phổ của chúng cũng là quang phổ của sao dọi sáng nó.

Phép tính cho thấy trong Thiên Hà số đám mây bụi sáng chỉ khoảng một phần ngàn số đám mây bụi tối mà thôi.

Do có sự hấp thụ ánh sáng mà việc xác định khoảng cách đến các sao theo cấp sao tuyệt đối và nhìn thấy của chúng sẽ kém chính xác. Ngày nay người ta đang tìm phương pháp để phát hiện ra được các đám bụi tối (còn gọi là các chất tối).

2. Những đám khí khuếch tán

Ngoài các đám mây bụi – khí còn có các đám khí loãng khuếch tán có hình dạng không rõ rệt. Quang phổ của các đám khí gồm các vạch phát xạ của hiđrô, ôxi và các khí nhẹ khác. Một vài loại khí cho quang phổ chưa hề thấy trong điều kiện trên Trái Đất. Có hai vạch quang phổ màu lục của đám mây khí đã được giả thiết là của nguyên tố "mây khí" vì chỉ có trong các đám mây khí mà thôi. Về sau các vạch này được giải thích là vạch của nguyên tử ôxi mất hai điện tử và được chiếu sáng trong điều kiện ở áp suất rất thấp mà chưa thực hiện được trong phòng thí nghiệm. Thực vậy mật độ các đám mây khí vào khoảng $10^{-21} \div 10^{-23}$ g/cm^3.

Nguyên tử hiđrô trong các đám mây khí hầu như bị iôn hóa (phát sáng) nếu như chúng ở gần các ngôi sao nóng có nhiệt độ không dưới 25 000°. Trong trường hợp này chất khí hấp thụ tia tử ngoại và bức xạ các tia khác.

Các đám khí khuếch tán cũng tạo thành từng lớp dày kích thước vào cỡ từ vài pacsêc đến hàng chục pacsêc. Các đám mây khí bức xạ sóng vô tuyến nên ta có thể nghiên cứu được chúng bằng phương pháp thiên văn vô tuyến.

3. Hiđrô trung hòa

Như đã biết hiđrô trong các đám mây bụi khí chỉ bị iôn hóa và phát sáng khi ở gần các ngôi sao nóng, vì vậy phần lớn lượng hiđrô trong Thiên hà ở trạng thái trung hòa. Hiđrô bức xạ sóng vô tuyến bước sóng 21cm. Tùy theo cường độ của vạch phổ tương ứng, người ta xác định được khối lượng và mật độ theo hướng khảo sát. Dựa vào độ dịch của bước sóng (hiệu ứng Đôple) người ta xác định được vận tốc của các đám mây. Hiện nay đã biết được khá đầy đủ sự phân bố hiđrô trung hòa trong Thiên hà. Nhiệt độ của các đám mây hiđrô trung bình bé hơn 100K. Nhiệt độ của các đám mây iôn hóa (phát sáng) lên tới 10 000K. Hiđrô chiếm 2% khối lượng Thiên hà, trong đó 95% ở trạng thái trung hòa.

Trong không gian giữa các sao, các nguyên tử và phân tử đơn giản của các nguyên tố khác ít hơn hẳn so với hiđrô và hêli. Từ sự bức xạ và hấp thụ sóng vô tuyến, người ta đã phát hiện các phân tử OH, H_2O, CO và một vài phân tử phức tạp khác.

4. Từ trường của thiên hà. Các tia vũ trụ

Người ta có thể xác định được từ trường của các thiên hà qua phân tích đặc điểm phân cực của ánh sáng của chúng truyền qua các đám mây bụi khí vũ trụ.

Từ năm 1949 các nhà thiên văn đã tính được cảm ứng từ của các thiên hà có trị số vào khoảng 10^{-10} tesla.

Thiên hà của chúng ta có từ trường vào cỡ 10^{-11} tesla. Các đường cảm ứng từ nằm trong các mặt phẳng song song với mặt phẳng chính và uốn cong theo các nhánh xoắn của thiên hà. Từ trường này khống chế sự khuếch tán của các đám mây bụi khí theo phương vuông góc với đường cảm ứng từ và còn có tác dụng làm hãm các tia vũ trụ.

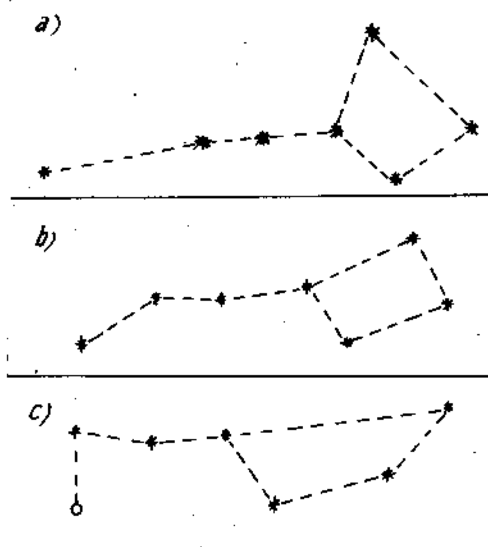
Tia vũ trụ là dòng hạt tích điện, có năng lượng rất lớn (khoảng 10^{20}eV), nhưng không thể xâm nhập trực tiếp vào mặt Trái Đất. Chuyển động đến lớp cao của khí quyển, các tia vũ trụ bắn phá các nguyên tử, phân tử khí, truyền năng lượng cho các hạt này và tạo thành những trận "mưa" bức xạ vũ trụ thứ cấp.

Trong vài chục năm lại đây, việc nghiên cứu bức xạ vũ trụ thứ cấp đã cho phép các nhà vật lí khả năng "nhìn" sâu vào cấu trúc của vật chất. Cụ thể là, khi khảo sát các tia vũ trụ, người ta đã phát hiện ra pôzitrôn, mêzôn, hiperôn. Đối với các nhà thiên văn thì việc nghiên cứu các tia vũ trụ lại thu được những thông tin quan trọng về các quá trình xảy ra trong vũ trụ (thu các tia vũ trụ bằng các buồng Uynxơn, máy đếm Gâyghe... được đặt trong các bóng thám không, trên các con tàu vũ trụ).

§111. SỰ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC SAO TRONG THIÊN HÀ

1. Chuyển động riêng

Từ thời cổ các sao đã được xem như nằm cố định trên thiên cầu. Đến thế kỉ XVIII người ta đã phát hiện sự thay đổi vị trí của sao Thiên Lang tuy rất bé. Rõ ràng trong vũ trụ không có đối tượng nào nằm yên. Vì các sao ở quá xa nên người ta chỉ



Hình 110 – Chòm Gấu Lớn
a) 50000 năm trước ;
b) hiện nay ;
c) sau 50000 năm

có thể phát hiện được sự chuyển động của chúng qua quan trắc lâu dài. Chuyển động riêng của các sao được quy ước là cung dịch chuyển hàng năm của chúng trên thiên cầu và được kí hiệu là μ (tính bằng đơn vị giây cung) có trị số vào cỡ một phần nhỏ của giây. Do chuyển động riêng, mà xích kinh và xích vĩ các sao thay đổi. Mặc dù chuyển động riêng rất bé nhưng sau hàng nghìn năm vị trí các sao trong mỗi chòm bị thay đổi đáng kể (H. 110).

Đến nay người ta đã xác định được chuyển động riêng của khoảng 300000 sao. Sao có chuyển động riêng lớn nhất đã biết có μ = 10''8' ; sao này có hướng chuyển động về phía chúng ta với vận tốc 111 km/s.

Cần biết rằng việc đo chuyển động riêng của các sao như trên cũng chưa nói lên được sự chuyển động thực sự của các sao trong vũ trụ bởi vì Mặt Trời (đã lấy làm gốc hệ quy chiếu) cũng chuyển động trong không gian, cụ thể là chuyển động quanh tâm thiên hà của chúng ta.

2. Sự quay của thiên hà của chúng ta

Dựa vào vận tốc chuyển động trong không gian của các sao người ta biết thiên hà của chúng ta đang quay quanh tâm của nó.

Vận tốc góc của các sao kể từ tâm Thiên hà đến Mặt Trời hầu như không đổi (nghĩa là phần trong của Thiên hà quay gần như một vật rắn) còn phần ngoài quay có chậm hơn.

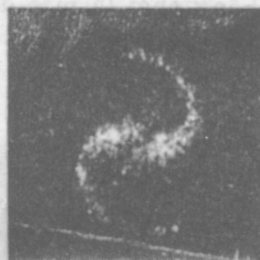
§112. CÁC THIÊN HÀ

Ở thế kỉ XVIII Hecsen đã phát hiện được hàng nghìn đám mây trong vũ trụ đa số có dạng xoắn ốc. Đến thế kỉ XX nhà thiên văn Mĩ Hơpbơn đã chụp ảnh được đám mây trong chòm sao Tiên Nữ và biết đám mây này gồm vô số các sao. Ông còn phát hiện được sự bùng nổ của các sao mới và các sao biến quang. Sau khi xác định chu kì biến quang và cấp sao nhìn thấy của các sao Hơpbơn khẳng định chúng ở rất xa và ở ngoài giới hạn thiên hà của chúng ta, nghĩa là đám mây dạng xoắn ốc trong chòm Tiên Nữ không phải là một đám mây bụi khí thuộc thiên hà của chúng ta mà là một hệ sao khác giống như thiên hà của chúng ta (H. 111)

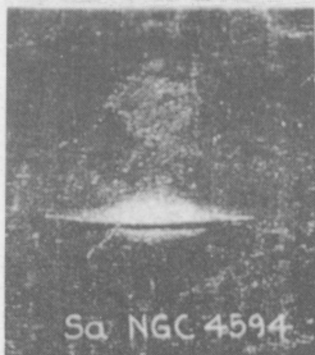


Hình 111 – Thiên hà Tiên Nữ M31

Ngày nay người ta tính được khoảng cách đến Thiên hà Tiên Nữ này là hai triệu năm ánh sáng. Với kính thiên văn vật kính 5 mét, người ta đã chụp được khoảng một tỉ thiên hà khác nhau. Nói chung mỗi thiên hà có khoảng một trăm tỉ sao, đường kính khoảng 100000 năm ánh sáng. Hơn một nửa thiên hà có dạng xoắn ốc (H.112a) một số có dạng elipxôit (H. 112b) và một số có dạng không xác định (H. 112c)



a)



b)



c)

Hình 112

§113. CÁC THIÊN HÀ VÔ TUYẾN VÀ QUAZA

Các thiên hà thường xuyên bức xạ đủ loại sóng điện từ. Có một số thiên hà bức xạ rất mạnh sóng vô tuyến, mạnh nhất là sóng 21 centimet (bước sóng bức xạ của Hiđrô trung hòa và iôn Hiđrô).

Bằng các kính Thiên văn vô tuyến đặt trên các vệ tinh nhân tạo và tàu vũ trụ, người ta đã phát hiện một số nguồn bức xạ vô tuyến có kích thước góc cỡ 1" và nhỏ hơn (ảnh chụp được tương tự như ảnh của các sao có độ sáng rất bé). Trong quang phổ của chúng có các vạch sáng dịch đáng kể về phía đỏ, trong một số trường hợp có cả các vạch tử ngoại dịch đến phần ánh sáng thấy được. Độ dịch về phía đỏ tương ứng với khoảng cách hàng tỉ năm ánh sáng. Như vậy các thiên thể này phải là những nguồn phát sóng vô tuyến cực mạnh, tức là những nguồn bức xạ năng lượng lớn chưa từng thấy. Chúng được gọi là *quaza*.

Chẳng hạn quaza 3C273 có công suất bức xạ 10^{46}ec/s trong vùng bức xạ quang học, cũng một năng lượng như thế trong vùng tia X, 2.10^{46}ec/s trong vùng bức xạ vô tuyến, 2.10^{48}ec/s trong vùng bức xạ hồng ngoại. Tính ra thì năng lượng bức xạ của quaza này lớn hơn năng lượng bức xạ của thiên hà chúng ta đến vạn lần.

Như vậy đặc điểm đáng kinh ngạc nhất của các quaza là : một lượng năng lượng cực kì lớn được phát ra từ một thể tích không lớn. Viện sĩ Viện hàn lâm khoa học Liên Xô cũ B. Zenđôvit cho rằng nguồn năng lượng nhiệt hạt nhân không đủ để duy trì khả năng bức xạ ấy, năng lượng của các quaza có lẽ là năng lượng được giải phóng do sự nén ép đang diễn ra dưới tác dụng của lực hấp dẫn ngay trong bản thân chúng. Và với những vật có khối lượng đủ lớn thì sự nén ép như vậy có thể dẫn đến trạng thái được gọi là "sụp đổ" - một tai biến không thể nào kiềm chế được.

Song nếu như sự giải phóng năng lượng của quaza là do "sụp đổ" thì lí thuyết lại cho biết bức xạ quang học chỉ xảy ra trong

một khoảng thời gian cực ngắn. Lực hấp dẫn của vật chất bị nén trở nên mạnh đến mức ngăn cản cả bức xạ quang học phát ra. Do đó các quaza đã biết khó lòng mà thoát khỏi trạng thái trụy biến, trạng thái này đang chờ chúng trong một tương lai không xa. Đã có nhiều giả thuyết khác nhau về quaza nhưng cho đến nay vấn đề quaza vẫn chưa được giải quyết. Chỉ có thể cho rằng quaza là một biến thể đặc biệt của thiên hà.

Việc nghiên cứu quaza và các thiên thể "kì dị" khác có thể giúp cho chúng ta phát hiện những quy luật mới về sự vận động và chuyển hóa của vật chất.

§114. SỰ PHÂN BỐ CÁC THIÊN HÀ VÀ ĐẶC TÍNH VẬT LÍ CỦA CHÚNG

Như đã biết, số thiên hà đã biết có đến hàng tỉ. Theo kết quả quan sát thì chúng phân bố không đồng đều trong không gian và có chuyển động riêng.

1. Sự quay của các thiên hà

Tất cả các thiên hà đều quay. Quả vậy nếu ta quan trắc một thiên hà theo phương mặt phẳng chính của nó (thẳng góc với trục quay) thì thấy vật chất ở một mép bờ của nó quay tiến đến gần ta và vật chất ở mép đối tâm quay ra xa. Hiện tượng này biểu hiện rõ lên độ dịch chuyển của các vạch quang phổ ($\Delta\lambda = \lambda_o \frac{v}{c}$)

2. Xác định khối lượng

Qua đặc tính quay của các thiên hà người ta có thể tính được khối lượng của chúng.

Với giả thiết khối lượng của thiên hà (M) tập trung tại tâm của nó thì một khối lượng vật chất m (của một ngôi sao chẳng hạn) quay ở khoảng cách R đến tâm phải có một lực hướng tâm đúng bằng lực hấp dẫn

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$$

Từ đó : $$M = \frac{Rv^2}{G}.$$

Sự thực thì khối lượng M không tập trung ở tâm. Người ta phải sử dụng mô hình thiên hà (một đĩa phẳng hay một khối cầu phân bố không đồng nhất) và tính lực hấp dẫn theo phương pháp của lí thuyết thế năng.

Ngoài ra, người ta cũng có thể xác định khối lượng của các thiên hà qua độ trưng của chúng (tương tự như đối với các sao).

Những kết quả thu được cho biết đa số các thiên hà có khối lượng vào khoảng 10^{11} khối lượng của Mặt Trời (nếu lấy khối lượng trung bình của các sao bằng khối lượng của Mặt Trời thì trung bình mỗi thiên hà có đến một trăm tỉ ngôi sao).

3. Xác định khoảng cách

Có nhiều phương pháp khác nhau để xác định khoảng cách đến các thiên hà. Một trong những phương pháp được gọi là phương pháp sao biến quang. Bằng khảo sát các đặc trưng của sao biến quang loại Thiên Vương (tức sao biến quang có độ trưng phụ thuộc vào chu kì) để xác định cấp sao tuyệt đối M của sao và sử dụng công thức (12.4) sẽ tính được khoảng cách. Phương pháp được sử dụng nhiều nhất là dựa vào hiệu ứng lệch về phía đỏ.

4. Sự lệch về phía đỏ của quang phổ của các thiên hà

Trong vài chục năm đầu của thế kỉ này, người ta đã chụp ảnh được quang phổ của 41 thiên hà. Trong số này có 36 trường hợp các vạch quang phổ lệch về phía đỏ. Người ta đã giải thích hiện tượng này là do sự chuyển động của các thiên hà ra xa người quan sát (theo hiệu ứng Đôple). Đến cuối năm 1923 nhà thiên văn Mĩ Hơpbơn đã xác định khoảng cách đến thiên hà M31

và sau đó đến một loạt các thiên hà khác. Ông nhận thấy có sự liên hệ hàm số giữa vận tốc tiến ra xa (v) của các thiên hà với khoảng cách (r) đến chúng, cụ thể là :

$$v = Hr \qquad (13.1)$$

Trong đó H là hằng số được gọi là hằng số Hơpbơn.

Ngày nay người ta thừa nhận H có trị số :

$$H = \frac{v}{r} = 60\frac{km}{s\,.\,Mps}$$

nghĩa là đối với thiên hà ở khoảng cách 1 Megapasêc (1000000 pasêc) thì có vận tốc chuyển động ra xa thiên hà của chúng ta 60 km/s.

Như vậy từ công thức v = Hr, ta có thể xác định được khoảng cách r đến thiên hà nếu biết được vận tốc của chúng. Các thiên hà ở càng xa có vận tốc chuyển động ra xa càng lớn. Nếu quả như vậy thì phần vũ trụ mà ta đã quan sát được đang mở rộng. Trước đây nhiều người hoài nghi về kết luận này và tìm cách giải thích hiện tượng lệch về đỏ theo nguyên nhân khác, chẳng hạn như lệch về đỏ do hấp dẫn (theo thuyết tương đối), sự giảm năng lượng của các lượng tử ánh sáng khi truyền qua không gian vô tận v.v... song tất cả những lập luận đã nêu đều chưa có đủ sức thuyết phục.

Hiện nay "vũ trụ đang nở rộng" hay nói đúng hơn, phần vũ trụ mà con người biết được đang nở rộng coi như là một dấu hiệu lôgic của kết quả quan sát. Và đây là một tín hiệu mà các nhà vũ trụ học lấy làm cơ sở để xây dựng mô hình tiến hóa của vũ trụ.

Điều đáng chú ý là nếu phần vũ trụ mà ta quan sát đang thực sự ở trong pha nở rộng thì thiên hà của chúng ta không nhất thiết ở trung tâm của phần vũ trụ này. Hiện tượng nở rộng đều thể hiện đối với "người quan sát" ở bất cứ một thiên hà nào trong vũ trụ (do kết quả của chuyển động tương đối).

Chương XIV

MỘT SỐ GIẢ THUYẾT VỀ SỰ HÌNH THÀNH VÀ TIẾN HÓA CỦA CÁC THIÊN THỂ VÀ CỦA VŨ TRỤ

Vũ trụ được hình thành và tiến hóa như thế nào là câu hỏi được nêu ra từ xa xưa.

Theo lịch sử thì con người đã nối tiếp nhau suy nghĩ tiến công vào tìm hiểu thế giới, bắt đầu bằng những câu chuyện huyền thoại, đến các thuyết sáng thế mang màu sắc tôn giáo và gần đây là những luận thuyết khoa học.

Có thể nhận xét rằng, tuy các thuyết có nội dung hoàn toàn khác nhau nhưng đều có một ý niệm chung là vũ trụ được hình thành từ những nguyên tố vật chất ban đầu hay nói cách khác vũ trụ có tiến hóa.

Chương này giới thiệu một số luận thuyết khoa học về sự hình thành và tiến hóa của vật chất trong vũ trụ nhằm nêu lên những hướng tư duy trong việc nghiên cứu vũ trụ của các nhà khoa học có tên tuổi ngày nay.

§115. VỀ SỰ TIẾN HÓA CỦA CÁC SAO

Như đã trình bày biểu đồ quang phổ – độ trưng có thể là tư liệu quý cho các nhà nghiên cứu thế giới các sao. Theo biểu đồ thì các sao tập trung trong mỗi dải có đặc tính vật lí giống

nhau, nói cách khác đang ở trong một giai đoạn phát triển nhất định.

Đa số các nhà nghiên cứu cho rằng các sao được hình thành từ những đám mây bụi khí do tích tụ hấp dẫn. Trong quá trình tích tụ này, một phần năng lượng hấp dẫn được tỏa ra xung quanh và một phần làm nóng nhân của phôi sao (sao mới hình thành). Nhiệt độ mặt ngoài của phôi sao còn rất thấp (khoảng 100K) và sao bức xạ tia hồng ngoại (vị trí của phôi sao nằm ở phần góc phải - dưới của biểu đồ).

Phôi sao tiếp tục co cho đến nhiệt độ ở trong nhân có thể lên đến chục triệu độ. Từ đó các hạt nhân hidrô chuyển động cực nhanh và do hiệu ứng đường ngầm tạo thành đơtêri rồi thành hêli. Năng lượng hạt nhân được giải phóng, áp suất bức xạ tăng mạnh làm ngừng sự co của phôi sao, chuyển sang giai đoạn ổn định (dải chính trên biểu đồ).

Năm 1942 M.Stecbec cho rằng các sao tồn tại trên dải chính cho đến lúc nhân (bằng hêli) của chúng đạt khối lượng vào khoảng 10 - 12% khối lượng của Mặt Trời. Thời gian này được tính theo :

$$t = \frac{10^{10}}{M^3} \text{ năm}$$

Trong đó M tính theo đơn vị khối lượng của Mặt Trời. Như vậy Mặt Trời có thời gian tồn tại trên dải chính (ổn định) vào khoảng 10 tỉ năm. Các sao có khối lượng bé hơn của Mặt Trời thì giai đoạn ổn định kéo dài trên 10 tỉ năm. Ngược lại các sao có khối lượng lớn hơn của Mặt Trời thì các giai đoạn tiến hóa xảy ra nhanh hơn. Phép tính cho thấy đối với các sao có khối lượng từ 1 - 1,5$M_\odot$ thì khi nhân bằng hidrô co đến khoảng 0,01$R_\odot$ (với mật độ vào cỡ 10^6 g/cm^3) thì lớp vỏ nở rộng ra và chuyển sang giai đoạn sao kềnh. Sau đó khoảng mấy chục ngàn năm thì vỏ tạo thành tinh vân và nhân trở thành sao trắt. Còn đối với các sao có khối lượng lớn hơn 1,5$M_\odot$ thì nhiệt độ ở nhân có

thể lên tới hàng tỉ độ. Ở nhiệt độ này, các cặp nơtrinô-phản nơtrinô hình thành phóng ra khỏi nhân và mang theo một lượng năng lượng cực lớn. Hiện tượng này gia tốc sự co của sao và từ đó có thể dẫn tới sự nổ của sao siêu mới hay sự hình thành các sao nơtrôn hoặc các lỗ đen.

§116. NHỮNG GIẢ THUYẾT VỀ HÌNH THÀNH HỆ MẶT TRỜI

Kể từ thế kỉ XVII cho tới nay đã có hàng chục giả thuyết về sự hình thành hệ Mặt Trời.

Trước hết cần nói rằng giả thuyết được coi là hợp lí phải thỏa mãn các đặc điểm cấu trúc của hệ Mặt Trời, cụ thể là :

– Quỹ đạo của các hành tinh nằm gần như trong mặt phẳng xích đạo của Mặt Trời.

– Chiều tự quay của Mặt Trời và của các hành tinh cũng như chiều chuyển động của hầu hết các hành tinh và vệ tinh đều như nhau.

– Khối lượng của Mặt Trời chiếm 99,8% của hệ (các hành tinh chỉ có 0,2%) trong khi mômen động lượng của các hành tinh lại chiếm đến 98%.

Các hành tinh chia thành 2 nhóm có kích thước và khối lượng riêng khác nhau.

Dưới đây là một số giả thuyết được xây dựng trên quan điểm : Vật chất trong vũ trụ là thống nhất, mọi dạng tồn tại của vật chất đều là hậu quả của quá trình vận động của vật chất. Quan điểm này đã được Kant, nhà triết học tiến bộ Đức đề cập tới đầu tiên.

1. Giả thuyết của Kant

Năm 1755, Kant cho ra đời cuốn sách "Lịch sử tự nhiên và thuyết về bầu trời" đã nêu giả thuyết : Đầu tiên không gian vũ

trụ chứa vật chất ở trạng thái chuyển động hỗn loạn. Dưới tác dụng của lực hút và lực đẩy, vật chất dần dần hình thành những vật có hình dạng giới hạn. Mặt Trời và các hành tinh đã được tạo thành do hậu quả của sự kết dính của các hạt bụi vật chất nguyên thủy.

2. Giả thuyết của Laplaxơ

Năm 1796, Laplaxơ nhà khoa học Pháp trong cuốn "Luận về hệ thống thế giới" đã viết : Hệ Mặt Trời được hình thành từ một tinh vân nóng bỏng khổng lồ quay chậm. Dưới tác dụng của lực hấp dẫn phôi sao, co nén lại dần, quay nhanh lên dần và có dạng một quả bàng dẹt. Khi trọng lực ở xích đạo cân bằng với lực li tâm thì một vành vật chất tách ra khỏi phôi (Mặt Trời). Vành này nguội dần, bị đứt ra và cuối cùng tích tụ lại thành hành tinh. Hiện tượng này được lặp lại và tạo nên các hành tinh khác. Các vệ tinh cũng được hình thành một cách tương tự (từ các phôi hành tinh).

3. Giả thuyết của Ottô-Smit

Ottô-Smit (Đức) cho rằng Mặt Trời trong khi chuyển động quanh tâm thiên hà đã bắt gặp một đám bụi vật chất. Trong điều kiện thích hợp đám bụi này chuyển động quanh Mặt Trời (đám mây vệ tinh của Mặt Trời). Ngoài sự chuyển động theo quy luật (định luật Kêple) các hạt vật chất này còn có chuyển động nhiệt riêng. Chúng va chạm nhau, tỏa nhiệt và tốc độ giảm dần. Kết quả là những hạt lớn hấp dẫn về mình những hạt nhỏ tạo thành các tâm tích tụ – phôi thai của các hành tinh.

Dựa vào các định luật bảo toàn ông đã chứng minh được các trường hợp quay theo chiều nghịch của một số hành tinh.

Rõ ràng tất cả các giả thuyết trên đều không toàn diện, chưa cho phép giải thích đầy đủ các đặc điểm cấu trúc và chuyển động của hệ Mặt Trời. Ngay như giả thuyết Laplaxơ, một giả thuyết đã được chú ý nhiều nhất cũng không thể giải thích được đặc điểm về phân bố mômen động lượng.

Rõ ràng các giả thuyết trên đây chỉ là những thuyết cơ học (chỉ vận dụng các quy luật vận động cơ học). Theo quan điểm hiện đại thì những giả thuyết về sự hình thành hệ Mặt Trời cũng như các hệ hành tinh của các ngôi sao trong vũ trụ có tính chất thuần túy cơ học là không thể đứng vững được. Ngoài vận động cơ học người ta rất quan tâm đến các loại vận động khác như điện từ, hạt nhân. Chẳng hạn như để xóa bỏ mâu thuẫn về quy luật phân bố mômen động lượng trong giả thuyết Laplaxơ, nhà thiên văn vật lí Hall đã lập luận như sau : Khi phôi sao (phôi Mặt Trời) đạt tới một khối lượng riêng đủ lớn nào đó thì sự trao đổi mômen động lượng với vành phôi hành tinh diễn ra rất chậm. Do tiếp tục co, phôi sao tăng nhanh vận tốc quay và dẫn đến tình trạng bất ổn định xoắn. Đối với phôi Mặt Trời thì tình trạng này diễn ra khi bán kính của nó có giá trị vào khoảng bán kính của quỹ đạo Thủy Tinh. Lúc này, từ xích đạo của phôi Mặt Trời một dòng vật chất được phun ra dần dần tạo thành một đám mây vật chất bao quanh dưới dạng đĩa (phôi hành tinh). Với giả thuyết phôi Mặt Trời có từ trường như từ trường của một lưỡng cực và một phần vật chất của phôi hành tinh ở trạng thái iôn thì sự chuyển động quay của dòng vật chất iôn hóa này cắt các đường cảm ứng từ, làm uốn cong các đường cảm ứng từ. Do vận tốc góc của phôi Mặt Trời, lớn hơn vận tốc góc của phôi hành tinh mà các đường cảm ứng từ bị xoắn dần. Kết quả là phôi hành tinh được tăng tốc còn phôi Mặt Trời thì quay chậm lại. Phôi Mặt Trời giảm vận tốc quay đến một mức nào đó thì sự bất ổn định xoắn kết thúc, dòng vật chất ngừng hoạt động và đĩa phôi hành tinh tách ra hẳn khỏi phôi Mặt Trời.

§117. GIỚI THIỆU VŨ TRỤ HỌC

Vũ trụ học nghiên cứu tính chất vận động chung của vật chất trong vũ trụ. Một mục tiêu của nó là tìm kiếm mô hình vật chất trong không gian mà con người đã nhìn được (bán kính khoảng một chục tỉ năm ánh sáng và được gọi là Đại thiên hà).

Cho đến nay đa số mô hình vũ trụ đều được xây dựng trên cơ sở của thuyết tương đối rộng và những hiện tượng thiên văn đã biết, đặc biệt là hiện tượng lệch về phía đỏ của các vạch phổ bức xạ của các thiên hà.

1. Mô hình vũ trụ đồng nhất và đẳng hướng

Theo thuyết tương đối rộng của Anhxtanh thì sự có mặt của một khối lượng lớn của một vật nào đó ảnh hưởng đến tính chất của không gian và thời gian. Những tính chất của không gian thông thường (không gian Ơclit) bao quanh một khối lượng lớn bị thay đổi, cụ thể là không gian bị "cong". Độ cong này của không gian bao quanh từng thiên thể riêng lẻ (như quanh các sao) rất nhỏ. Song dưới tác dụng hấp dẫn của tất cả các thiên thể trong Đại thiên hà thì rất lớn và do đó có ảnh hưởng tới sự tiến hóa của vũ trụ.

Việc xác định tính chất của không gian và thời gian (trên cơ sở của thuyết tương đối) trong trường hợp sự phân bố khối lượng vật chất tùy ý là rất phức tạp. Để đơn giản người ta xây dựng mô hình vũ trụ với giả thiết là vật chất trong vũ trụ được phân bố đều tức là không gian đồng nhất và đẳng hướng. Các mô hình này được gọi là mô hình vũ trụ đồng nhất và đẳng hướng.

Theo các mô hình vũ trụ đồng nhất và đẳng hướng thì vũ trụ có thể tồn tại trong trạng thái co hoặc trong trạng thái giãn. Như vậy khoảng cách giữa hai thiên hà bất kì nào cũng là một hàm của thời gian. Dạng của hàm này phụ thuộc vào độ cong của không gian. Nếu độ cong là âm thì vũ trụ giãn nở, độ cong là dương thì vũ trụ ở trạng thái co. Độ cong của không gian phụ thuộc vào giá trị trung bình của mật độ vật chất. Nếu mật độ bé hơn một giá trị tới hạn nào đó thì độ cong là âm, bằng

giá trị tới hạn thì độ cong bằng không, lớn hơn giá trị tới hạn thì có độ cong dương.

Giá trị trung bình tới hạn của mật độ vật chất trong vũ trụ được biểu diễn qua hằng số Hơpbơn H và hằng số vạn vật hấp dẫn G theo biểu thức :

$$\rho_{t.h} = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

Với H = 100km/s.Mps thì $\rho_{th} = 2.10^{-29}$g/cm^3.

Mật độ vật chất trung bình đã tính được qua các số liệu quan trắc có trị số khoảng 5.10^{-32}g/cm^3 nghĩa là nhỏ hơn giá trị tới hạn (ρ_{th}), tức là có độ cong âm và như vậy vũ trụ đang ở trong pha giãn nở. Đến đây ta thấy lí thuyết và thực hành quan sát đã phù hợp nhau và từ đó mô hình vũ trụ đồng nhất và đẳng hướng tưởng chừng như đã được khẳng định !

Tuy nhiên vẫn có những nhà khoa học hoài nghi mô hình vũ trụ loại này. Trước hết họ nghi ngờ về giá trị trung bình của mật độ vật chất đã tính (bằng cách nào mà biết được toàn bộ vật chất chứa trong vũ trụ, khả năng tính được giá trị bé hơn sự thực là dễ xảy ra). Hơn nữa, nếu đúng là bây giờ đang giãn nở thì ở thời kì trước đây mật độ vật chất phải lớn hơn, lúc đó độ cong là dương, vũ trụ đã ở trạng thái co. Từ trạng thái co chuyển sang trạng thái giãn như thế nào ?

2. Mô hình vũ trụ nóng - bigbang

Từ những năm 60 của thế kỉ 20 này, nhiều nhà khoa học trong số đó có A. Pendiat và R.Winson (được giải thưởng Nobel năm 1976) đã phát hiện loại bức xạ cường độ yếu tràn ngập trong vũ trụ có nhiệt độ 3K và được lí giải là dấu vết của một hiện tượng vũ trụ đã diễn ra từ 15 tỉ năm về trước. Loại bức xạ tràn ngập vũ trụ này (hiểu là cường độ bức xạ thu được theo mọi hướng trong vũ trụ đều như nhau) không thể do một thiên

thiên thể riêng lẻ nào – gây ra mà phải là hiện tượng thuộc toàn bộ vũ trụ, do đó nó được gọi là *bức xạ nền vũ trụ hay bức xạ tàn dư vũ trụ*.

Trong những năm gần đây, những nhà nghiên cứu như J.Nackila (Ấn Độ), J. Hacton (U.S.A), Gamop (Nga)... và đáng lưu ý nhất là S.Hawking (Anh) đã nêu ra thuyết vũ trụ nóng – vũ trụ được "khai sinh" từ một vụ nổ lớn có tên gọi là bigbang.

Trong quá trình nghiên cứu các lỗ đen, Hawking nhận thấy có mối liên quan sâu sắc giữa sự miêu tả một lỗ đen theo thuyết tương đối tổng quát và sự miêu tả theo thuyết nhiệt động lực học lượng tử. Từ đó ông thiết lập sợi dây gắn những thành tựu vĩ đại nhất của vật lí học thế kỉ 20 với thành tựu ở thế kỉ 19. Hệ thức bất định Haizenbec được áp dụng cho cả năng lượng và thời gian và dẫn đến kết luận là vũ trụ của chúng ta (có nghĩa là phần vũ trụ mà ta đã biết được) có thể sinh ra từ sự nổ của một "bọt nhỏ xíu không–thời gian" chứa đựng trong đó toàn bộ khối lượng của vũ trụ.

Lí thuyết vô cùng phức tạp của các nhà vũ trụ học này có thể diễn tả theo bức tranh như sau :

Nếu ta hình dung theo ngược chiều thời gian quá trình giãn nở của vũ trụ thì càng ngược thời gian bao nhiêu, các thiên hà càng ở gần nhau bấy nhiêu. Và ngược đến tận cùng của thời gian thì toàn bộ vật chất trong vũ trụ phải tập trung tại một điểm, nghĩa là có một khối vật chất vô cùng đậm đặc và vô cùng nóng đã nổ tung. Vật chất giãn ra xung quanh. Ở giai đoạn đầu vì nhiệt độ rất cao, vật chất chỉ tồn tại ở trạng thái iôn. Các êlectrôn tự do tương tác không ngừng với phôton tạo ra trạng thái cân bằng giữa vật chất và bức xạ, cản trở sự tích tụ của vật chất. Do giãn nở, nhiệt độ giảm dần đến khoảng 3000 K thì bức xạ cân bằng kết thúc, các êlectrôn liên kết với các prôtôn tạo ra Hiđrô và các nguyên tố khác. Do có sự thăng giáng về mật độ mà các tâm tích tụ xuất hiện hình thành các thiên hà.

Ngày nay thuyết vụ nổ lớn – bigbang được coi là luận thuyết hàng đầu về vũ trụ học do có lí thuyết được xây dựng chặt chẽ và nhất là do một số hệ quả của thuyết lại có khả năng kiểm tra được.

– Theo lí thuyết thì vụ nổ ấy xảy ra cách đây 15 tỉ năm và từ đó tuổi của các thiên thể (thiên hà, các sao) phải thấp hơn trị số ấy.

– Cũng theo lí thuyết thì có bức xạ nền vũ trụ. Thành tựu đáng chú ý nhất cho việc khẳng định bức xạ nền vũ trụ này thuộc về cơ quan nghiên cứu vũ trụ NASA trong chương trình nghiên cứu mang tên FIRAS (Far Infra Red Absolute Spectrometer) từ vệ tinh nhân tạo COBE phóng tháng 11–1989. Nhiệt độ của bức xạ nền vũ trụ đã thu được với độ chính xác lí tưởng : (2,735 ± 0,06) K. Thành tựu này rất quan trọng không chỉ do có độ chính xác rất cao của nhiệt độ đã được xác định mà còn ở chỗ khẳng định được bức xạ nền của vũ trụ (các trị số nhiệt độ xác định theo các phương quan trắc khác nhau trong vũ trụ đều như nhau) phù hợp với thuyết bigbang.

Như vậy theo quan niệm hiện nay thì vũ trụ có "khai sinh", đang giãn nở. Câu hỏi được đặt ra là vũ trụ giãn nở đến bao giờ, có chuyển sang trạng thái co lại đến pha ban đầu không, hay nói cách khác, số phận của vũ trụ sẽ như thế nào ? Rõ ràng con đường nhận thức vũ trụ còn đang mở rộng.

Điều cần biết và cần khẳng định là các mô hình vũ trụ đã xây dựng cũng chỉ là những mô hình của phần vũ trụ mà con người đã biết được mà thôi. Sẽ là sai lầm nếu như ai đó nghĩ rằng vũ trụ chỉ có thế, nghĩa là vũ trụ là giới nội và có sinh có tử !

BÀI TẬP TỔNG QUÁT

1. Giải thích những đặc điểm về chuyển động nhìn thấy của các thiên thể trong bầu trời (các sao, các hành tinh, Mặt Trời, Mặt Trăng, Sao băng, Sao chổi...)

2. Hãy nêu nguyên nhân diễn ra 4 mùa trên Trái Đất và từ đó xem xét hiện tượng 4 mùa trên các hành tinh của hệ Mặt Trời.

3. Hãy nêu ưu điểm của Dương lịch và lí do nên dùng Dương lịch kể cả trong chỉ đạo sản xuất nông nghiệp và chăn nuôi.

4. Hãy trình bày nguyên tắc để có thể biết được độ chính xác của đồng hồ thường dùng thông qua các tri thức về thiên văn.

5. Hãy trình bày nguyên tắc nhận biết giờ ngày tháng trong năm Dương lịch thông qua quan sát Mặt Trời và các sao.

6. Hãy trình bày phương pháp và các phương tiện cần để xác định được độ vĩ và độ kinh địa lí một cách đơn giản nhất.

7. Hãy trình bày nguyên tắc và thiết kế một đồng hồ Mặt Trời đặt tại địa phương công tác.

8. Hãy sử dụng lịch thiên văn hàng năm để làm các thông báo sau :

a) Các nhật nguyệt thực quan sát được ở nước ta trong năm đó (ngày giờ xảy ra và quá trình diễn biến).

b) Các hành tinh có thể nhìn thấy trên bầu trời (hành tinh nào, thấy vào thời kì nào và ở khu vực nào của bầu trời).

c) Các hiện tượng thiên văn đặc biệt xảy ra trong năm.

9. Hãy chuẩn bị nội dung nói chuyện ngoại khóa theo các chủ đề sau :

a) Thiên văn học và đời sống.

b) Thiên văn học với việc xây dựng thế giới quan duy vật.

c) Hiện tượng nhật nguyệt thực.

d) Du hành vũ trụ.

e) Vũ trụ – phòng thí nghiệm thiên nhiên vô tận.

PHẦN PHỤ LỤC

Phụ lục 1

KỈ NGUYÊN DU HÀNH VŨ TRỤ

Một trong những vốn quý của con người là ham hiểu biết. Từ ngàn xưa con người đã mơ ước lên cung Trăng, bay vào vũ trụ.

Thiên văn học phát triển, Côpecnic, Galilê đã cho biết Mặt Trăng cũng là một "Trái Đất" và ước mơ du hành vũ trụ đã ló rạng sự thực.

Cơ học Niutơn, đã giúp ta tính được các loại vận tốc cần tạo cho các con tàu để thoát li khỏi Trái Đất.

Đầu thế kỉ XX này, Xiôncôpxki đã đề ra lí thuyết và kĩ thuật chế tạo các tên lửa (khả năng duy nhất để tạo được các vận tốc lớn được gọi là vận tốc vũ trụ). Công thức để tính vận tốc thu được của một tên lửa là :

$$v = 2{,}3\ U\ Lg\ \left(\frac{\text{Trọng lượng ban đầu}}{\text{Trọng lượng cuối cùng}}\right),$$

trong đó v là vận tốc đạt được, U là tốc độ phun của nhiên liệu. Muốn có vận tốc vũ trụ cấp I của Trái Đất ($v_1 \approx 8$km/s) và nếu tốc độ của nhiên liệu phun U = 3 km/s thì tỉ số trong dấu ngoặc phải bằng 15 nghĩa là lượng nhiên liệu phải chiếm 14/15 của khối lượng toàn bộ. Người ta đã nghĩ tới tên lửa nhiều tầng để giảm tối đa mức nhiên liệu tiêu thụ.

Dưới đây là những mốc quan trọng của khoa học du hành vũ trụ.

4-10-1957. Liên Xô (cũ) đã phóng thành công vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái Đất, mở đầu kỉ nguyên du hành vũ trụ.

4-10-1959. Liên Xô (cũ) đã thực hiện được tên lửa cực mạnh, tạo vận tốc vũ trụ cấp II, phóng "Trạm Mặt Trăng 3" bay vòng phía sau của Mặt Trăng, chụp và truyền ảnh mặt này về Trái Đất. (Con người lần đầu tiên nhìn được "gáy" của chị Hằng).

12-4-1961. Liên Xô đã phóng tàu vũ trụ "Phương Đông", I.Gagarin là người đầu tiên bay vào vũ trụ.

1-11-1962. Liên Xô đã phóng trạm tự động lên Hỏa Tinh.

18-3-1965. Liên Xô đã phóng tàu vũ trụ "Rạng Đông 2", lần đầu tiên có phi công vũ trụ bước ra khỏi tàu, tiếp xúc trực tiếp với không gian vũ trụ.

3-2-1966. Liên Xô phóng "Trạm Mặt Trăng 9" đổ bộ nhẹ nhàng lên Mặt Trăng.

15-9-1968. Liên Xô phóng trạm "Thăm Dò 5" bay vòng quanh Mặt Trăng và trở về Trái Đất.

12-9-1970. Liên Xô phóng "Trạm Mặt Trăng 10" đổ bộ nhẹ nhàng lên "Mặt Trăng", tự động lấy đất đá của Mặt Trăng đưa về Trái Đất.

16-7-1969. Mĩ đã thành công đưa người lên thám hiểm Mặt Trăng.

16-1-1973. Liên Xô phóng "Trạm Mặt Trăng 20" đưa 1 xe tự hành (Lunakhôt) lên Mặt Trăng. Đây là một phòng thí nghiệm tự động, đặt trên 1 chiếc xe đặc biệt chạy trên Mặt Trăng, nghiên cứu lâu ngày một khoảng rộng trên Mặt Trăng.

1975. Liên Xô phóng thành công vệ tinh địa tĩnh mang tên "Cầu vồng số 1" phục vụ cho thông tin quốc tế bằng điện thoại, truyền thanh, truyền hình... (Vệ tinh được phóng trong mặt phẳng xích đạo Trái Đất bay ở độ cao 36000 km, có chu kì bằng chu kì quay của Trái Đất).

Những năm 70 và 80 đã hình thành nhiều tổ chức hợp tác quốc tế hướng khoa học du hành vũ trụ vào phục vụ đời sống và thám hiểm các thiên thể khác trong hệ Mặt Trời. Chẳng hạn như :

– Tổ chức INMARSAT (1976) phục vụ cho việc liên lạc quốc tế đối với các tàu thủy.

– Tổ chức COSPAS–SARSAT 1982 phục vụ cho việc tìm kiếm các tai nạn về tàu thủy, máy bay.

– Chương trình "Sao Kim" (1984–1986) nghiên cứu Kim Tinh và sao chổi Halây.

Chương trình "Phobos" (1988) nghiên cứu Hỏa Tinh.

Từ đó đến nay con người đã có thêm các chương trình thám hiểm các hành tinh ; đặc biệt chương trình nghiên cứu của NASA với kính Hơpbơn đặt trong trạm vũ trụ.

Cần biết rằng Du hành vũ trụ là một khoa học phản ánh sự tiến bộ vượt bậc của nhiều ngành khoa học, kĩ thuật. Khoa học này đòi hỏi sự đầu tư cao về sức người và sức của. Hiện nay ngành du hành vũ trụ ngoài việc tìm hiểu vũ trụ, nghiên cứu Trái Đất (khảo sát tài nguyên trong vỏ Trái Đất, theo dõi các hiện tượng diễn ra trong khí quyển và trên mặt đất để góp phần thực hiện những dự báo phục vụ cho cuộc sống) còn tiến hành những nghiên cứu, những thế nghiệm về các quá trình vật lí, sinh học, y học và một số công nghệ trong trạng thái không trọng lượng.

Phụ lục 2

CÁC YẾU TỐ QUỸ ĐẠO VÀ CÁC BÀI TOÁN CƠ BẢN CỦA THIÊN VĂN LÍ THUYẾT

Một vấn đề quan trọng trong việc nghiên cứu chuyển động của các thiên thể là xác định được quỹ đạo của chúng.

Sự chuyển động của các hành tinh quanh Mặt Trời... sẽ hoàn toàn được xác định nếu biết :

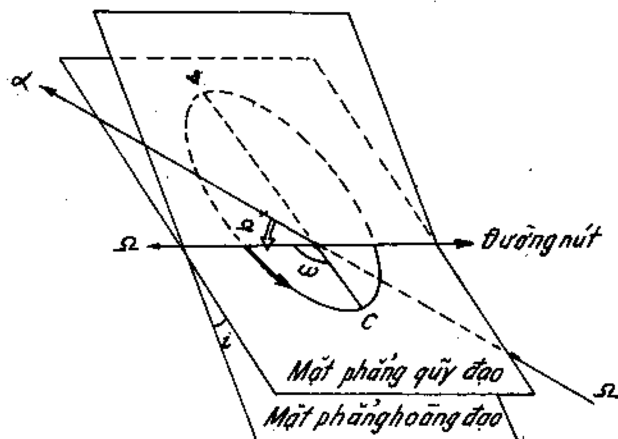
– Mặt phẳng chứa quỹ đạo và vị trí của quỹ đạo trong mặt phẳng ấy.

– Hình dạng và kích thước của quỹ đạo.

– Thời điểm hành tinh đi qua một điểm được chọn làm mốc trên quỹ đạo.

Tất cả những thông số trên được xác định qua các yếu tố được gọi là các yếu tố quỹ đạo.

Đối với các hành tinh thì mặt phẳng được chọn làm gốc là mặt phẳng Hoàng đạo. Quỹ đạo hành tinh cắt mặt phẳng Hoàng đạo tại hai điểm... gọi là nút lên và nút xuống. Nút lên là điểm hành tinh cắt mặt phẳng hoàng đạo khi đi từ phía cực nam lên phía cực bắc. Quỹ đạo của hành tinh được xác định bằng 6 yếu tố (H.113).



Hình 113

1. Góc nghiêng i của mặt phẳng quỹ đạo đối với mặt phẳng hoàng đạo. Góc nghiêng này có thể có giá trị từ 0 đến 180°. Nếu $0 \leq i < 90^o$ hành tinh sẽ chuyển động quanh Mặt Trời cùng chiều với Trái Đất (chuyển động thuận) nếu $90^o < i < 180^o$ thì hành tinh chuyển động theo chiều nghịch.

2. Hoàng kinh của nút lên 0 (tọa độ nhật tâm) nghĩa là góc giữa hướng từ tâm Mặt Trời đến nút lên và đến điểm xuân phân. Hoàng kinh của nút lên có giá trị từ 0° đến 360°.

Hoàng kinh của nút lên và góc nghiêng i xác định vị trí mặt phẳng quỹ đạo trong không gian.

3. Góc cận điểm ω là góc giữa các hướng từ tâm Mặt Trời đến nút lên và đến cận điểm. Nó được tính trong mặt phẳng quỹ đạo hành tinh và theo chiều hành tinh chuyển động, có giá trị từ 0^{o} đến 360^{o}.

Góc cận điểm ω xác định vị trí của quỹ đạo trong mặt phẳng của nó.

4. Bán trục lớn a của quỹ đạo elip. Bán trục này xác định đơn vị chu kì quay T của hành tinh, thường được biết qua chuyển động trung bình hàng ngày nghĩa là qua vận tốc góc trung bình hàng ngày của hành tinh

$$\left(n = \frac{360^{o}}{T} = \frac{2\pi}{T}\right)$$

5. Tâm sai quỹ đạo $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$, trong đó a và b là các bán trục của quỹ đạo elip.

Bán trục lớn a và tâm sai quỹ đạo e xác định kích thước và hình dạng quỹ đạo.

6. Thời điểm hành tinh đi qua cận điểm (t_o) hay vị trí của hành tinh trên quỹ đạo vào thời điểm xác định

I – CÁC CÔNG THỨC XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ HÀNH TINH TRÊN QUỸ ĐẠO

Vị trí của hành tinh trên quỹ đạo tại thời điểm t được xác định bằng góc cận điểm thực φ và bán kính vectơ r.

Trên hình 114, H là vị trí của hành tinh ở thời điểm t góc CSH = φ là góc cận điểm thực. Đường vuông góc kẻ từ H xuống đường thẳng nối cận điểm và viễn điểm cắt vòng tròn tâm O bán kính bằng a tại điểm N, góc CON = E là góc cận điểm tâm

sai. Tưởng tượng một điểm m chuyển động đều trên đường tròn tâm O bán kính bằng a, có chu kì bằng chu kì T của hành tinh H. Rõ ràng cả m và H đều đi qua cận điểm C ở cùng một thời điểm. Góc COm được gọi là góc cận điểm trung bình của hành tinh H và kí hiệu là M :

$$M = n(t - t_o) \qquad (1)$$

với $n = \frac{360^0}{T}$ là vận tốc góc

Hình 114

trung bình hàng ngày. Dựa vào tính chất chuyển động tròn đều của m và định luật hai Kêple ta có :

$$\frac{\text{Diện tích COm}}{\pi a^2} = \frac{\text{Diện tích CSH}}{\pi ab}$$

hay
$$\frac{\text{Diện tích CSH}}{\text{Diện tích COm}} = \frac{b}{a} \qquad (2)$$

Khi chiếu các điểm của vòng tròn lên cung CH của elip thì tung độ của các điểm trên đường tròn sẽ được giảm đi theo tỉ lệ $\frac{b}{a}$ và ta có thể viết :

$$\frac{\text{Diện tích CSH}}{\text{Diện tích CSN}} = \frac{b}{a} \qquad (3)$$

So sánh (2) với (3) ta có :

$$\text{Diện tích CSN} = \text{Diện tích COm} = \frac{1}{2} a^2 M \qquad (4)$$

Từ hình vẽ ta thấy :

Diện tích CSN = Diện tích CON – Diện tích Δ SON (5)

Diện tích CON $= \frac{1}{2} a^2 E$ (6)

Diện tích ΔSON $= \frac{1}{2}$ NK.OS $= \frac{1}{2}$ asinE.ae (7)

Thay (4), (6) và (7) vào (5)

Ta có $M = E - e\sin E$ (8)

hay $E = M + e\sin E$

Phương trình (8) được gọi là phương trình Kêple.

Từ hình 114 ta có : OK = OS − KS (9)

OK = acosE

OS = ae.

Trong tam giác vuông HKS, góc S bằng $180^\circ - \varphi$ nên KS = $-r\cos\varphi$. Vậy (9) có thể viết

$$a\cos E = ae + r\cos\varphi \quad (10)$$

Nhưng theo phương trình elip $r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e\cos\varphi}$

Ta có $\cos E = \frac{e + \cos\varphi}{1 + e\cos\varphi}$

Vậy có thể viết :

$$1 - \cos E = \frac{1 + e\cos\varphi - e - \cos\varphi}{1 + e\cos\varphi}$$

hay $$2\sin^2\frac{E}{2} = \frac{(1 - e)(1 - \cos\varphi)}{1 + e\cos\varphi} \quad (11)$$

Tương tự $1 + \cos E = 2\cos^2\frac{E}{2}\ \frac{(1 + e)(1 + \cos\varphi)}{1 + e\cos\varphi}$ (12)

Chia (10) cho (11) ta có :

$$\mathrm{tg}^2\frac{E}{2} = \frac{1 - e}{1 + e} \times \frac{1 - \cos\varphi}{1 + \cos\varphi} = \frac{1 - e}{1 + e} \cdot \mathrm{tg}^2\frac{\varphi}{2}$$

hay $$\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{1 + e}{1 - e}}\ \mathrm{tg}\frac{E}{2} \quad (13)$$

Nhân cả hai vế của (10) với e ta có :

$$aecosE = ae^2 + recos\varphi$$

và từ phương trình elip ta có :

$$recos\varphi = a(1 - e^2) - r$$

$$r = a(1 - ecosE) \quad (14)$$

Giải phương trình Kêple ta sẽ có giá trị của E. Sử dụng các phương trình (13) và (14) ta sẽ tính được φ và r nghĩa là xác định được vị trí của hành tinh trên quỹ đạo ở thời điểm t trong hệ nhật tâm. Nếu biết được các yếu tố quỹ đạo Trái Đất ta sẽ xác định được tọa độ địa tâm của hành tinh và tìm được khoảng cách từ hành tinh đến Trái Đất.

II – CÁC BÀI TOÁN CƠ BẢN CỦA THIÊN VĂN LÍ THUYẾT

Có hai bài toán cơ bản :

1. Từ các yếu tố quỹ đạo của hành tinh (hay vệ tinh) xác định các tọa độ nhìn thấy của chúng. Phần việc này thuộc về cơ quan tính lịch, tức là lập những bảng số cho biết vị trí của thiên thể ở các thời điểm tùy ý (có khi tính trước hàng chục năm).

2. Bài toán ngược là bài toán xác định quỹ đạo cụ thể là dựa vào các tọa độ quan sát (ít nhất là ba tọa độ) để xác định các yếu tố quỹ đạo. Đây là bài toán đặc biệt cần cho việc nghiên cứu và theo dõi các thiên thể mới phát hiện như hành tinh, vệ tinh, sao chổi hay theo dõi, điều khiển chuyển động của các con tàu, các trạm vũ trụ.

Phụ lục 3

MỘT PHƯƠNG ÁN CẢI TIẾN DƯƠNG LỊCH

Để tham khảo, dưới đây trình bày tóm tắt một phương án cải tiến Dương lịch của một tác giả cuốn Giáo trình này.

Như đã biết D.L hiện dùng có 2 nhược điểm. Sự phân bố các ngày trong các tháng không theo một quy tắc nào và bình quân năm lịch còn sai với chu kì 4 mùa.

Phương án cải tiến sẽ loại bỏ được 2 nhược điểm đó bằng cách nêu lên luật tính năm nhuận và phân bố ngày trong tháng.

1. Luật nhuận

Từ yêu cầu bình quân năm lịch phải dài đúng bằng chu kì 4 mùa tức là :

$$\text{Năm lịch} = 365,\ 2422 \text{ ngày}$$
$$\text{hay} = 365\ \frac{2422}{10000} \text{ ngày.}$$

Ta thấy nếu trong mỗi khoảng thời gian 10000 năm có được 2422 năm nhuận thì yêu cầu trên sẽ hoàn toàn đáp ứng. Điều đó sẽ thỏa mãn qua luật nhuận như sau :

Năm nhuận là năm mà con số của năm đó chia tròn cho 4, trừ những năm chứa số nguyên thế kỉ nếu con số thế kỉ đó hoặc không chia tròn cho 4, hoặc chia tròn cho 40 hoặc chia tròn cho 100.

Thật vậy trong 10000 năm có 100 thế kỉ, theo luật trên số năm nhuận sẽ là :

Số năm chia tròn cho 4 : 2500

Số thế kỉ không chia tròn cho 4 : 75

Số thế kỉ chia tròn cho 40 : 2

Số thế kỉ chia tròn cho 100 : 1

Từ đó số năm nhuận trong 10 000 năm là :

$$2500 - (75 + 2 + 1) = 2422$$

2. Phân bố số ngày trong các tháng

- Một năm vẫn có 4 quý, mỗi quý có 3 tháng gồm 91 ngày cụ thể tháng đầu quý và giữa quý đều có 30 ngày, tháng cuối quý có 31 ngày.

- Năm 4 quý có 91 × 4 = 364 ngày. Năm thường có 365 ngày, ngày cuối năm được đánh số 365. Năm nhuận có 366 ngày, ngày cuối năm được đánh số 366.

● Tuần lễ có 6 ngày. Các ngày cuối quý, cuối năm không xếp vào tuần lễ.

Phương án cải tiến được thể hiện qua bảng sau :

Thứ \ Tháng	Quý		
	Đầu	Giữa	Cuối
Nhất	1 7 13 19 25	1 7 13 19 25	1 7 13 19 25
Hai	2 8 14 20 26	2 8 14 20 26	2 8 14 20 26
Ba	3 9 15 21 27	3 9 15 21 27	3 9 15 21 27
Tư	4 10 16 22 28	4 10 16 22 28	4 10 16 22 28
Năm	5 11 17 23 29	5 11 17 23 29	5 11 17 23 29
Chủ nhật	6 12 18 24 30	6 12 18 24 30	6 12 18 24 30
		Ngày cuối quý	31
		Ngày cuối năm thường	365
		Ngày cuối năm nhuận	366

Phương án Lịch đề nghị này là một lịch vĩnh cửu tức là bảng lịch trên sử dụng cho mọi năm. Hơn nữa phương án còn có mấy ưu điểm khác như sau :

- Tháng có 5 tuần lễ
- Các ngày nhất định trong tháng rơi vào các thứ nhất định trong tuần
- Cuối mỗi quý có 2 ngày nghỉ
- Cuối mỗi năm thường có 3 ngày nghỉ
- Cuối mỗi năm nhuận có 4 ngày nghỉ :

Phụ lục 4

CÁC LOẠI LỊCH KHÁC ĐANG CÒN LƯU HÀNH Ở NƯỚC TA

1. Lịch 24 tiết

Như đã biết Dương lịch là loại lịch ưu việt vì từng năm Dương lịch khá phù hợp với chu kì 4 mùa và do đó từng ngày tháng

Dương lịch phản ánh được đặc điểm của thời tiết trong mỗi chu kì. Nó được sử dụng tốt cho việc lập kế hoạch của các nhà nước, kể cả việc chỉ đạo sản xuất nông nghiệp và chăn nuôi.

Trước khi có Dương lịch người ta cũng đã xác định được độ dài của chu kì 4 mùa và nhiều nước đã xây dựng những loại lịch đáp ứng được yêu cầu của sản xuất nông nghiệp. Chẳng hạn như Ấn Độ có lịch 6 tiết (mỗi chu kì 4 mùa được chia ra làm 6 tiết), các nước Á Đông chia chu kì 4 mùa ra làm 24 tiết và được gọi là lịch 24 tiết.

Với mục đích phục vụ sát cho sản xuất nông nghiệp, các tiết không đánh số theo số thứ tự 1, 2... 24 mà có tên gọi riêng – từng tên gọi phản ánh đặc điểm của thời tiết trong mỗi tiết. Cũng như các nước phương Tây người ta đã chia Hoàng đạo ra 12 cung bằng nhau và chúng được gọi là : Tí, Sửu, Dần, Mão, Thìn, Tị, Ngọ, Mùi, Thân, Dậu, Tuất, Hợi. Mặt trời di chuyển trên Hoàng đạo theo thứ tự từ cung Hợi đến cung Tuất v.v... Ngày Mặt Trời vượt qua ranh giới giữa 2 cung được gọi là Trung khí, ngày nó đi qua điểm chính giữa mỗi cung được gọi là Tiết khí. Như vậy có 12 Trung khí và 12 tiết khí ứng với 24 vị trí xác định của Mặt Trời trên Hoàng đạo tức là ứng với những đặc điểm nhất định của thời tiết trong mỗi chu kì 4 mùa. Tóm lại có tất cả 24 ngày khí, đặc trưng cho 24 dạng thời tiết trong chu kì 1 năm.

Dưới đây là các ngày khí và tên gọi của chúng :

Tiết khí	Trung khí
5–II. Lập xuân (đầu xuân)	20–II. Vũ Thủy (ẩm ướt)
6–III. Kinh trập (sâu nở)	21–III. Xuân phân (giữa xuân)
5–IV. Thanh minh (trong sáng)	22–IV. Cốc vũ (mưa thuận)
6–V. Lập hạ (đầu hạ)	22–V. Tiểu mãn (lúa xanh)
6–VI. Mang chủng (lúa trổ)	22–VI. Hạ chí (giữa hè)
8–VII. Tiểu thử (nắng nhẹ)	23–VII. Xử thử (nắng nhạt)
8–VIII. Lập thu (đầu thu)	24–VIII. Đại thử (nắng gắt)
8–IX. Bạch lộ (mưa ngâu)	23–IX. Thu phân (giữa thu)

8–X. Hàn lộ (mát mẻ)
24–X. Sương giáng (sương sa)
8–XI. Lập đông (đầu đông)
23–XI. Tiểu tuyết (tuyết nhẹ)
8–XII. Đại tuyết (tuyết nhiều)
22–XII. Đông chí (giữa đông)
6–I. Tiểu hàn (rét vừa)
21–I. Đại hàn (rét giá)

Cần lưu ý rằng khi đặt tên cho 24 tiết người ta đã cố gắng chọn từ sao cho phản ánh được đặc điểm thời tiết của mỗi tiết. Rõ ràng thời tiết của các nơi khác nhau trên Trái Đất không giống nhau. Bảng trên chỉ áp dụng tốt cho một số khu vực nhất định : Dù sao thì ta có thể coi nó như một bản mẫu để nếu cần, sẽ đặt tên khác cho phù hợp với khí hậu thời tiết từng địa phương.

Dưới đây là bảng các ngày khí ghi theo vị trí của Mặt Trời (qua xích kinh của Mặt Trời) trên 12 cung Hoàng đạo (cũng là vào những ngày tháng nhất định của Dương lịch) và sự quy ước 4 mùa của phương Đông và phương Tây.

Bảng 24

TIẾT KHÍ

Mùa ở Phương Tây	Mùa ở Á Đông	Ngày DL	Xích kinh của Mặt Trời	Tên cung Hoàng đạo	Tên Trung khí	Tên Tiết khí
21–III					Xuân phân	
		6–III	345°	Hợi		Kinh trập
		20–II			Vũ thủy	
Đông	–	5–II	315	Tí		Lập Xuân
		21–I			Đại hàn	
		6–I	285	Sửu		Tiểu hàn
22–XII	Đông				Đông chí	
		8–XII	255	Dần		Đại tuyết
		23–XI			Tiểu tuyết	
Thu	–	8–XI	225	Mão		Lập đông
		24–X			Sương giáng	
		8–X	195	Thìn		Hàn lộ
23–IX	Thu				Thu phân	
		8–IX	165	Tị		Bạch lộ
		24–VIII			Xử thử	

Hạ	–	8–VIII	135	Ngọ		Lập thu
		24–VII			Đại thử	
		8–VII	105	Mùi		Tiểu thử
22–VI	Hạ				Hạ chí	
		6–VI	75	Thân		Mang chủng
		22–V			Tiểu mãn	
Xuân	–	6–V	45	Dậu		Lập hạ
		22–IV			Cốc vũ	
		5–IV	15	Tuất		Thanh Minh
21–III	Xuân				Xuân phân	

2. Âm Dương lịch (hay Âm lịch)

Khoảng 600 năm trước Công nguyên, người ta đã cải tiến Âm lịch để cho phù hợp với chu kì thời tiết. Muốn vậy người ta dựa vào năm nhuận (mỗi năm nhuận có 13 tháng) để sao cho bình quân độ dài của năm lịch bằng chu kì 4 mùa. Dễ dàng thấy rằng cứ 19 năm phải có 7 năm nhuận là đạt được yêu cầu trên.

Quả vậy 19 chu kì bốn mùa (cũng là 19 năm Dương lịch) dài:

$$365,2422.19 = 6\ 939,60 \text{ ngày}$$

và 19 năm Âm lịch trong đó có 7 năm nhuận dài :

$$29,53[(12.12) + (7.13)] = 6939,55 \text{ ngày}$$

Như vậy khi đưa luật nhuận vào thì bình quân năm Âm lịch đã phù hợp với chu kì 4 mùa.

Âm lịch được đưa nhuận vào này được gọi là Âm Dương lịch mà hiện nay nhân dân ta còn dùng bên cạnh Dương lịch và thường quen gọi là Âm dịch.

+ Quy ước về năm nhuận

Như đã biết cứ 19 năm thì có 7 năm nhuận. Những năm nào là năm nhuận ? Người ta quy ước Mặt Trời phải tiến từ cung Tí sang cung Hợi vào một ngày nào đó của tháng giêng. Theo bảng Tiết khí thì rõ ràng, ngày mồng một Tết (Tết Nguyên Đán) phải là ngày mà Mặt Trời ở trong cung Tí. Vì vậy ngày Tết này chỉ có thể diễn ra vào những ngày trong khoảng từ ngày 21 tháng 1 đến ngày 20 tháng II Dương lịch. Mặt khác, Mặt Trời diễu qua mỗi cung Hoàng đạo với thời gian trung bình trên 30

ngày, nhưng trung bình tháng Âm lịch chỉ có 29,5 ngày (ít hơn 30 ngày). Vì lẽ ấy mà từng tháng Âm lịch có thể chứa cả ngày Tiết khí và Trung khí, nhưng cũng có tháng chỉ chứa có một trong hai ngày đó mà thôi. Do quy ước và lập luận trên, người ta đi đến luật về năm nhuận, tháng nhuận như sau :

Năm nhuận là năm trong đó có một tháng không có Trung khí và tháng nhuận là tháng không có Trung khí đó.

Ví dụ trong năm Bính Ngọ (1966) tháng tiếp sau tháng Ba chỉ có Tiết khí (Thanh minh) không có Trung khí (Xuân phân), nên năm Bính Ngọ là năm nhuận (nhuận hai tháng ba).

Với luật nhuận đã quy ước trên, người ta có thể tính trước những năm nhuận cho nhiều năm sau (xem bảng trang sau).

+ Cách gọi tên năm

Tên gọi mỗi năm là một từ ghép tên một can với tên một chi. Có tất cả 10 can và 12 chi, cụ thể là :

10 can : Giáp, Ất, Bính, Đinh, Mậu, Kỉ, Canh, Tân, Nhâm, Quý.

12 chi : Tí, Sửu, Dần, Mão, Thìn, Tị, Ngọ, Mùi, Thân, Dậu, Tuất, Hợi.

Vì 10 và 12 có bội số chung nhỏ nhất là 60, nên các tên gọi được lặp lại với chu kì 60 năm.

can / Chi	Giáp	Ất	Bính	Đinh	Mậu	Kỉ	Canh	Tân	Nhâm	Quý
Tí	1		13		25		37		49	
Sửu		2		14		26		38		50
Dần	51		3		15		27		39	
Mão		52		4		16		28		40
Thìn	41		53		5		17		29	
Tị		42		54		6		18		30
Ngọ	31		43		55		7		19	
Mùi		32		44		56		8		20
Thân	21		33		45		57		9	
Dậu		22		34		46		58		10
Tuất	11		23		35		47		59	
Hợi		12		24		36		48		60

Trong mỗi chu kì thì năm đầu là năm Giáp Tí (1), năm thứ hai là năm Át Sửu (2)... năm thứ mười là năm Quý Dậu (10), năm thứ mười một là năm Giáp Tuất (11), năm thứ mười hai là năm Ất Hợi (12).. năm cuối của chu kì là năm thứ sáu mươi (Quý Hợi) và năm Giáp Tí (1) lại là năm đầu của chu kì tiếp theo.

Tóm lại Âm Dương lịch là loại vừa lấy cơ sở của tuần Trăng để xây dựng tháng, vừa lấy chu kì 4 mùa để xây dựng năm.

So với Dương lịch thì Âm Dương lịch bộc lộ nhiều nhược điểm, đặc biệt là 2 nhược điểm sau :

- Từng ngày tháng nhất định, của Âm Dương lịch không phản ánh được đặc điểm khí hậu thời tiết, nghĩa là không thích hợp cho việc chỉ đạo sản xuất nông nghiệp chăn nuôi...

- Năm thường có 12 tháng, năm nhuận có 13 tháng. Rõ ràng độ dài khác nhau của năm thường và năm nhuận này gây phức tạp cho việc lập kế hoạch hàng năm của các Nhà nước.

Chính vì lẽ trên mà Dương lịch đã được tất cả các nước trên thế giới (kể cả nước ta) quyết định làm lịch chính thức cho Nhà nước mình.

Đã có Dương lịch ưu việt rồi thì sự duy trì Âm lịch ở nước ta chỉ có tính chất tạm thời nhằm thỏa mãn tâm lí nhân dân về những ngày tết lễ cổ truyền mà thôi.

+ Các năm nhuận của Âm lịch từ năm 1981 đến năm 2000

TT	Năm nhuận	Tháng nhuận
1	Nhâm Tuất (1982)	Tháng 4
2	Ất Sửu (1985)	Tháng 2
3	Đinh Mão (1987)	Tháng 7
4	Canh Ngọ (1990)	Tháng 5
5	Quý Dậu (1993)	Tháng 3
6	Ất Hợi (1995)	Tháng 8
7	Mậu dần (1998)	Tháng 5

Phụ lục 5

CÁC NHẬT THỰC VÀ NGUYỆT THỰC THẤY ĐƯỢC Ở VIỆT NAM TỪ NĂM 1985 ĐẾN NĂM 2000.

TT	Tên	Ngày tháng	Giờ cực đại
1	Nguyệt thực toàn phần	6-5-1985	2^h22
2	Nguyệt thực toàn phần	20-10-1985	0^h22
3	Nguyệt thực toàn phần	24-1-1986	19^h10
4	Nguyệt thực toàn phần	18-10-1986	1^h42
5	Nhật thực hình khuyên	23-9-1987	(1) Xem cụ thể
6	Nhật thực toàn phần	18-3-1988	(2) ở phần
7	Nguyệt thực một phần	27-8-1988	18^h06 dưới bảng
8	Nhật thực hình khuyên	11-9-1988	(3)
9	Nguyệt thực toàn phần	20-2-1989	21^h59
10	Nguyệt thực toàn phần	10-2-1990	1^h49
11	Nguyệt thực một phần	6-8-1990	21^h07
12	Nguyệt thực một phần	21-12-1991	17^h34
13	Nguyệt thực một phần	10-12-1992	6^h06
14	Nguyệt thực toàn phần	4-6-1993	19^h11
15	Nguyệt thực một phần	18-4-199 5	19^h17
16	Nhật thực toàn phần	24-10-1995	(4)
17	Nguyệt thực toàn phần	4-4-1996	6^h27
18	Nhật thực toàn phần	9-3-1997	(5)
19	Nguyệt thực toàn phần	17-9-1997	1^h14
20	Nhật thực hình khuyên	22-8-1998	(6)
21	Nguyệt thực một phần	28-7-1999	18^h36
22	Nguyệt thực toàn phần	26-7-2000	10^h04

Số liệu cụ thể về các kì nhật thực tính cho 3 thành phố : Hà Nội, Vinh và thành phố Hồ Chí Minh.

(1) Ở nước ta chỉ thấy một phần hình khuyên

Hà Nội	47%	8h48
Vinh	40%	8h50
Thành phố Hồ Chí Minh	20%	9h

(2) Ở nước ta chỉ thấy được một phần

Hà Nội	45%	7h59
Vinh	50%	7h56
Thành phố Hồ Chí Minh	67%	7h44

(3) Chỉ ở cực Nam nước ta mới thấy và thấy rất bé.

(4) Ở nước ta thấy một phần nhưng khá to

Hà Nội	77%	11h
Vinh	84%	11h
Thành phố Hồ Chí Minh	97%	11h09

Thấy toàn phần trên một giải chạy qua Lâm Đồng, Sông Bé, Thuận Hải, T.P Hồ Chí Minh.

(5) Ở nước ta chỉ thấy được một phần

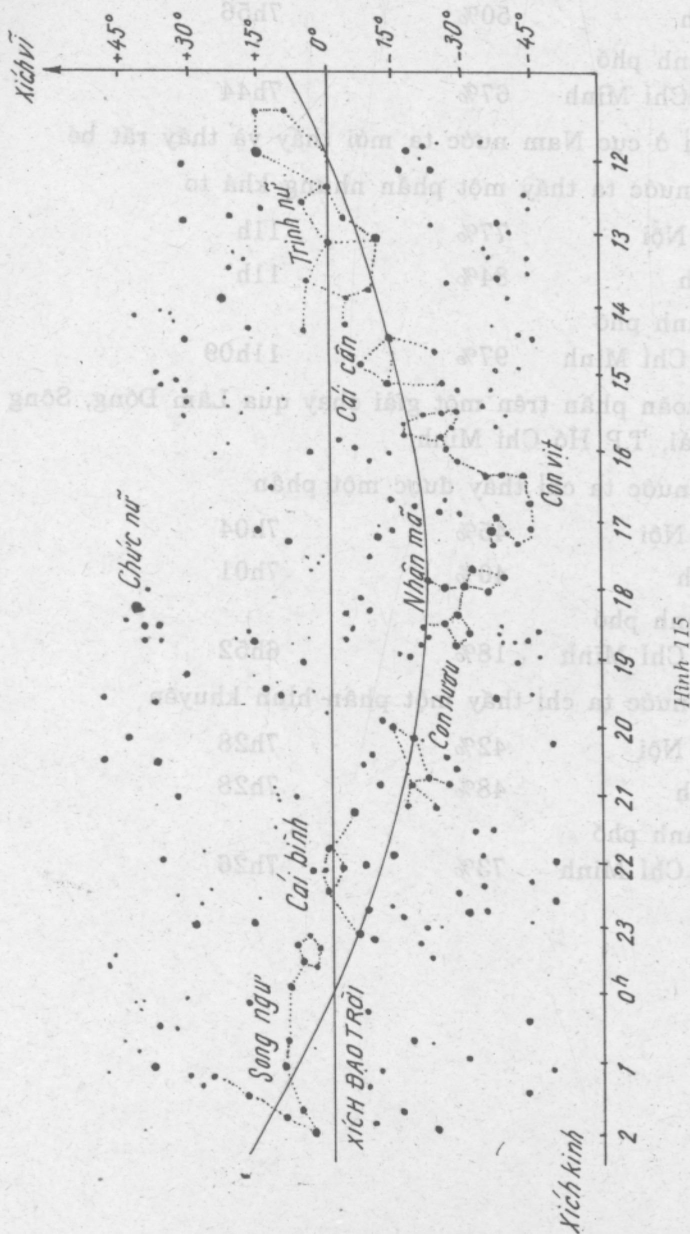
Hà Nội	45%	7h04
Vinh	40%	7h01
Thành phố Hồ Chí Minh	18%	6h52

(6) Ở nước ta chỉ thấy một phần hình khuyên

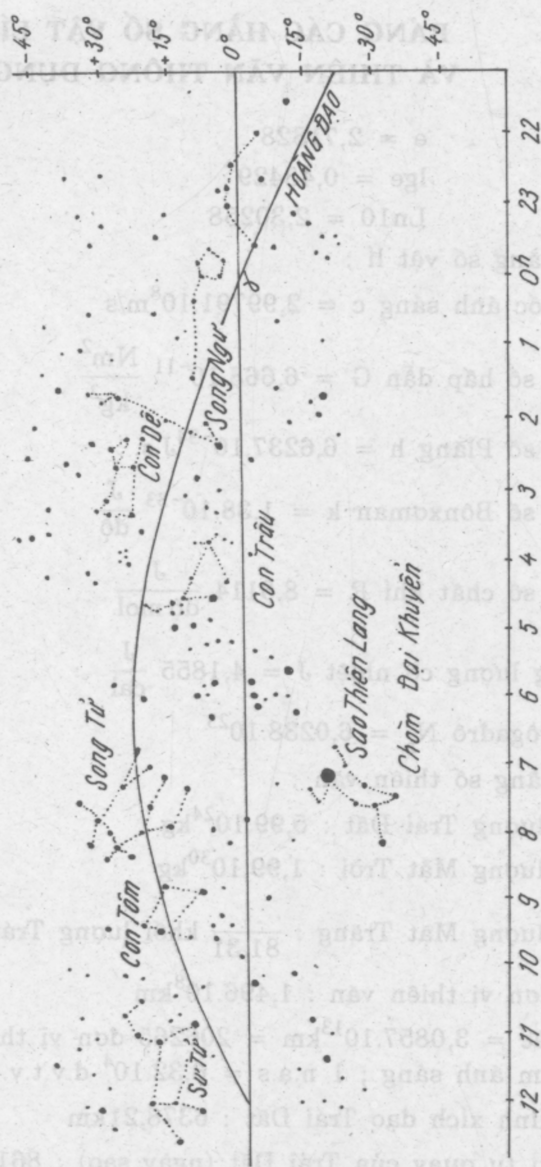
Hà Nội	42%	7h28
Vinh	48%	7h28
Thành phố Hồ Chí Minh	73%	7h26

Phụ lục 6

BẢN ĐỒ CÁC CHÒM SAO CHÍNH TRÊN HOÀNG ĐỚI



Hình 115



+45°
+30°
+15°
0°
-15°
-30°
-45°
22
23
0h
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
HOÀNG ĐẠO
Song Ngư
Con Dê
Con Trâu
Sao Thiên Lang
Chòm Đại Khuyển
Song Tử
Con Tôm
Sư Tử

Hình 116

Phụ lục 7

BẢNG CÁC HẰNG SỐ VẬT LÍ VÀ THIÊN VĂN THÔNG DỤNG

e = 2,71828

lge = 0,43429

Ln10 = 2,30258

Các hằng số vật lí :

Vận tốc ánh sáng $c = 2{,}99791.10^{8}$m/s

Hằng số hấp dẫn $G = 6{,}668.10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$

Hằng số Plăng $h = 6{,}6237.10^{-34}$J.s.

Hằng số Bônxơman $k = 1{,}38.10^{-33}\ \frac{J}{độ}$

Hằng số chất khí $R = 8{,}3114\ \frac{J}{độ\ mol}$

Đương lượng cơ nhiệt $J = 4{,}1855\ \frac{J}{cal}$

Số Avôgađrô $N_a = 6{,}0238.10^{23}$

Các hằng số thiên văn :

Khối lượng Trái Đất : $5{,}99.10^{24}$kg

Khối lượng Mặt Trời : $1{,}99.10^{30}$kg

Khối lượng Mặt Trăng : $\frac{1}{81{,}31}$ khối lượng Trái Đất

Một đơn vị thiên văn : $1{,}496.10^{8}$km

1 pasêc = $3{,}0857.10^{13}$km = 206265 đơn vị thiên văn = 3,262 năm ánh sáng ; 1 n.a.s = $6{,}32.10^{4}$ đ.v.t.v.

Bán kính xích đạo Trái Đất : 6378,21km

Chu kì tự quay của Trái Đất (ngày sao) : 86164,09s

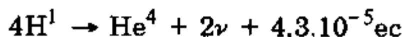
Năm Xuân phân (1990): 365,242199 ngày hay 31556925,9747s.

Phụ lục 8

KÍNH THIÊN VĂN NƠTRINÔ

Sóng vô tuyến, sóng ánh sáng... thu được chỉ cho phép hiểu biết lí tính của lớp vỏ của các thiên thể mà thôi. Sự cấu tạo ở trong lòng các thiên thể cũng như sự tiến hóa của chúng chỉ có thể khảo sát mỗi khi ta có khả năng "nhìn" sâu vào trong lòng của chúng. Điều này cũng đã bắt đầu được thực hiện qua phát minh mới – kính thiên văn nơtrinô.

Lí thuyết cho biết rằng trong lòng các sao xảy ra phản ứng nhiệt hạt nhân, chủ yếu là phản ứng :



$$4H^1 \rightarrow He^4 + 2\nu + 4{,}3.10^{-5}ec$$

Trong sự chuyển hóa các hạt sơ cấp thì có sự bảo toàn điện tích, bảo toàn số hạt nặng (bariôn) và hạt nhẹ (leptôn). Do đó sự chuyển hóa prôtôn p sang nơtrôn n được xảy ra theo :



$$p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

trong đó e^+ là pôzitrôn và ν là nơtrinô.

Phản ứng ngược lại sẽ là :



$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$$

trong đó e^- là êlectrôn và $\bar{\nu}$ là phản nơtrinô. Từ công thức

$$E = mc^2$$

ta thu được năng lượng giải phóng ứng với sự tạo thành một hạt nhân hêli là :

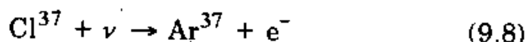
$$\Delta E = 4{,}3.10^{-5}ec.$$

Cứ mỗi giây Mặt Trời bức xạ năng lượng $W = 3{,}86.10^{33}$ ec/s.

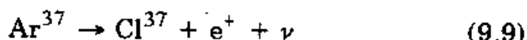
Chia W cho ΔE thu được 10^{38} hạt nhân hêli tạo thành trong một giây tức là phải có 2.10^{38} hạt nơtrinô tạo thành. Lí thuyết còn cho biết nơtrinô được tạo ra trong lòng các sao (Mặt Trời) thì bức xạ ngay ra xung quanh. Nếu Mặt Trời cứ mỗi giây bức xạ 2.10^{38} nơtrinô thì cứ mỗi m^2 trên mặt đất của chúng ta (cách Mặt Trời 150 triệu km) có đến 65 tỉ nơtrinô phóng tới.

Vấn đề đặt ra là bằng cách nào để phát hiện (thu) được nơtrinô ?

B.M. Môntêcôvô (Liên Xô) đã đề nghị dùng đồng vị Cl^{37} để bắt nơtrinô.



$$Cl^{37} + \nu \rightarrow Ar^{37} + e^- \qquad (9.8)$$



$$Ar^{37} \rightarrow Cl^{37} + e^+ + \nu \qquad (9.9)$$

Ar^{37} có chu kì bán rã là 34 ngày. Sự hủy cặp pôzitrôn - êlêctrôn tạo thành phôtôn là loại hạt được phát hiện bằng máy đếm.

– Năm 1967 P. Dêvitx (Mĩ) đã sáng chế ra loại dụng cụ bắt nơtrinô. Bộ phận chính là một thùng hình trụ dài khoảng 14m, đường kính 6m, chứa khoảng 400000 lít C_2Cl_4 (Cl_4 là đồng vị Cl^{37} có khả năng hấp thụ nơtrinô theo (9.8)) đặt ở độ sâu 1490m.

Quan sát bằng kính này được tiến hành theo trình tự sau :

Cứ sau 100 ngày, người ta cho chảy vào thùng 20000 lít khí hêli để tạo thành đồng vị Ar^{37}. Hỗn hợp này cho chảy qua bộ phận "bẫy" làm lạnh đến 77K, ở đây Ar^{37} bị hấp thụ và sự phân rã Ar^{37} này diễn ra theo (9.9) và được phát hiện qua máy đếm.

Các phép đo đã thu được kết quả như sau : Tốc độ tạo thành Ar^{37} trong thùng là $0,38 \pm 0,07$ nguyên tử trong một ngày, tức là tạo thành 1 nguyên tử trong vòng 3 ngày.

Ngày nay người ta còn tiếp tục đề xuất ra kính thiên văn nơtrinô theo những nguyên tắc khác để có khả năng phát hiện nơtrinô hiệu quả hơn.

Nơtrinô có thể bức xạ từ mọi Thiên thể tức là từ mọi phương của bầu trời truyền đến Trái Đất. Một tín hiệu chứng tỏ lượng nơtrinô thu được nhiều nhất là bức xạ từ Mặt Trời. Tín hiệu đó là : Lượng nơtrinô thu được biến thiên theo chu kì một năm, tức là chu kì chuyển động biểu kiến của Mặt Trời trên Hoàng đạo. Ở cận điểm (gần Mặt Trời nhất) lượng nơtrinô thu được nhiều hơn ở viễn điểm 7%.

Thiên văn nơtrinô chỉ mới được hình thành, song triển vọng của ngành này là đầy hứa hẹn. Nó cho phép con người "nhìn" sâu vào vật chất, vào lòng các thiên thể, những hiểu biết quan trọng cho việc nghiên cứu sự tiến hóa của vũ trụ.

PHẦN ĐÁP SỐ CÁC BÀI TẬP

Chương II

1. Pêru - 6321,0km
   Pháp - 6371,2km
   Lapôni - 6414,2km
2. 11,3km
3. 24,8cm
4. 0,0167

Chương III

1. a) $v_c = \frac{2\pi a}{T}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$ $\qquad v_v = \frac{2\pi a}{T}\sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$

   $\frac{v_c}{v_v} = \frac{1+e}{1-e}$

   b) 1630km ; 5630km
2. 36400km ; 3 km/s
3. $1{,}9.10^{27}$kg ;
4. 1,85 km/s
5. 7,76 km/s ; 3,31 km/s ; 1,57 km/s
6. $a_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ đ.v.t.v $\qquad T_1 = \frac{\sqrt{\sqrt{2}}}{2}$ năm

   $t = \frac{2\sqrt{2}}{3\pi}T_1 \simeq 0{,}18$ năm

7. $v_o = \sqrt{2g_oR_o\left(1 - \frac{R_o}{r}\right)}$ với $r = R_o + h$.

$v_1 = \sqrt{\frac{g_o}{p}} R_o(1 - e)$ nếu điểm lên quỹ đạo là viễn điểm.

$v_1 = \sqrt{\frac{g_o}{p}} R_o(1 + e)$ nếu điểm lên quỹ đạo là cận điểm.

8. $\Delta v = R_o(1 - e)\sqrt{\frac{g_o}{P}}\left(1 - \sqrt{\frac{2R_o}{P + R_o(1 - e)}}\right)$

Chương IV

6. $52^o18'$; 0^o

7. Ở phía Tây Bắc bầu trời với góc giờ $t = 5^h26$.

Chương V

2. Xuân phân : $h = 69^o$; $A = 0$

Hạ chí : $h = 87^o33$; $A = 180^o$.

Thu phân : $h = 69^o$; $A = 0$

Đông chí : $h = 45^o33'$; $A = 0$

3. Đường xoắn ốc ; 4. a) 12h03ph ; b) nhanh 4 phút 40s ; c) 5h0ph 20s ; d) $48^o13'$; 0^o ; 5. 5h 46ph 24s ; 6. Ngày 2-1. 7. 18h 35ph ; 8. Đồng hồ của B chạy đúng.

9. $\varphi \approx 21^o33$; ngày đông chí (22-XII)

Chương VI

1. $6{,}2.10^3$km ; 2. $5^o23'$

3. Xét tam giác cầu có 3 đỉnh là hoàng cực, thiên cực và thiên thể.

4. $z = 67^o28'$, $A = 276^o$

5. $z = 70^o$, $A = 55^o50'$

6. α = 13h 58ph, $\delta = -5^\circ 55'$

7. $17^\circ 11'$; **8.** 33ph

9. Hạ chí : Mọc A = 245°, Lặn A = 115°
Đông chí : Mọc A = 295°, Lặn A = 65°

10. α = 5h 14ph 54s, $\delta = -9^\circ 22'7''$

11. 21° ; $10^\circ 30'$;

$$\frac{\pi R}{180} \text{arc} \cos(\sin 21^\circ \sin 10^\circ 30' + \cos 21^\circ \cos 10^\circ 30' \cos t^\circ)$$

Chương VII

1. 7h2ph40s ; **2.** $20^\circ 30'$

3. $\varphi = 34^\circ 47'$; $\varepsilon = 23^\circ 54'$

4. $\varphi = 21^\circ 33'$; $\lambda = 125^\circ 45'$

5. $\varphi = 21^\circ 3'5''$; $\delta = 89^\circ 9'13''$. Sao Bắc Cực

6. $\varphi = 20^\circ$

7. $\frac{\sin\rho'}{\sin\rho} = \frac{\sin P'}{\sin P}$ do đó $\rho = 15'45''$

Chương VIII

1. a) 9,4 ngày ; b) 152000km ; **3.** 1959 ; 1977.

4. $3940 km^2$; **5.** $\frac{17}{64} = 0,266$

6. Không thấy Mộc Tinh. Trăng bán nguyệt thấy từ đầu hôm. Thấy Hỏa Tinh từ 20h. Khi qua kinh tuyến trên Mặt Trăng ở đỉnh đầu. Hỏa Tinh ở cách đỉnh 10° Nam.

Chương XII

1. Sau 94800 năm ; **2.** $R = 7,6 R_\odot$

3. $4,3 M_\odot$; **4.** 34,6 km/s ; **5.** 1640°

SÁCH THAM KHẢO

1. Phạm Viết Trinh, Bài giảng Thiên văn.
   Nhà XBGD Hà Nội 1969.

2. Phạm Viết Trinh. Vũ trụ và đời sống.
   Nhà XBTN Hà Nội 1978.

3. Nguyễn Xiển. Vì sao nên dùng Dương lịch.
   Nhà XBPT Hà Nội 1968

4. Lịch thế kỉ 20.
   Nhà XBKT Hà Nội 1968

5. O. Xtruvê. Thiên văn cơ sở.
   Nhà XBKH Matxcơva 1977

6. L. Anle. Thiên văn vật lí
   (Sách tiếng Nga dịch từ tiếng Anh)
   Nhà XB Ngoại văn Matxcơva 1957

7. V.A. Ambacxumian. Thiên văn vật lí lí thuyết.
   Nhà XBKT KH. Matxcơva 1952.

8. G. Ghipxơn. Mặt Trời yên tĩnh
   (Sách tiếng Nga dịch từ tiếng Anh)
   Nhà XB Hòa Bình Matxcơva 1977

9. L.A. Klimisin. Thiên văn ngày nay
   Nhà XBKH, Matxcơva 1980

10. P.G. Kulicôpxki, Thiên văn sao
    Nhà XB KH Matxcơva 1978.

11. D.L.A. Mactunôp. Giáo trình Thiên văn Vật lí thực hành
    Nhà XB KH Matxcơva 1977

12. LUA. Rêabôp. Chuyển động của các thiên thể
    Nhà XBKH. Matxcơva 1977.

13. B.A. Vôlunxki. Lượng giác cầu
    Nhà XB KH Matxcơva 1977

14. L.D. Nôvicốp. Sự tiến hóa của vũ trụ
    Nhà XB KH Matxcơva 1979

15. M. Ventxen. Giáo trình thiên văn lí thuyết Matxcơva 1965

16. Zeilik. Gregory. Smith
    Thiên văn và thiên văn vật lí. In tại U.S.A 678 069 98765.

BẢNG PHIÊN ÂM CÁC TÊN RIÊNG

Anven Hannơ (Alfven Hanes) Thụy Điển

Betven Phridrich (Bessel Friedrich) Đức

Brêdikhin Phêđo (Bredikhin Fedor) Nga

Bônxơman (Bontzman) Áo

Côpecnic Nicôla (Kopernic Nicolas) Ba Lan

Diman (Zeeman) Đức

Đêvixơn Clintơn Giôđep (Davisson Clinton Joseph) Mĩ

Đrâye Jôhan (Dreyer Johan) Đan Mạch

Đoplơ Crixchian (Dopoler Christian) Mĩ

Galê Giôhan (Galle Johann) Đức

Gauxơ (Gauss) Đức

Gucôpxki Nicôlai (Jukovsky) Liên Xô

Hessen Uyliam (Herschel William) Đức

Hexprung Eina (Herzsprung Ejnar) Đan Mạch

Hoilơ Phret (Hoyle Fred) Anh

Hơpbơn Etuyn (Hubble Edwin) Mĩ

Fecmi (Fermi) Italia

Laplaxơ (Laplace) Pháp

Lơverie Uyêcbanh (Le Verrier Urbain) Pháp

Niutơn (Newton) Anh

Ottô Nicôlauxơ (Otto Nikolaus) Đức

Phucô (Foucault) Pháp

Plăng (Planck) Đức

Rơtxen (Russell) Mĩ

Sômêcơ – Lơvi (C. Shocmaker và D. Levy)

Smit Bechat (Schmidt Bernhar) Đức

Xtêphan (Stêfan) Đức

Xtruvê Ôttô (Struve Ottô) Mĩ gốc Nga

Tikhô Brahê (Tycho Brahe) Đan Mạch

MỤC LỤC

Chương III :
QUY LUẬT CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC THIÊN THỂ

Chương IV
THIÊN CẦU. NHẬT ĐỘNG

Chương V
BỐN MÙA. THỜI GIAN, LỊCH

Chương VIII

TUẦN TRĂNG. NHẬT NGUYỆT THỰC. THỦY TRIỀU

Chương IX

PHƯƠNG PHÁP THIÊN VĂN VẬT LÍ

Chương X

VẬT LÍ CÁC THIÊN THỂ TRONG HỆ MẶT TRỜI

Chương XI
MẶT TRỜI

Chương XII
CÁC SAO

Chương XIII
THIÊN HÀ

Chương XIV

MỘT SỐ GIẢ THUYẾT VỀ SỰ HÌNH THÀNH VÀ TIẾN HÓA CỦA CÁC THIÊN THỂ VÀ CỦA VŨ TRỤ

GIÁO TRÌNH THIÊN VĂN

Mã số : 7K106T6-DAI

In 1000 cuốn, khổ 14.5 x 20.5 cm, tại Công ty Cổ phần in Anh Việt
Giấy phép xuất bản số: 19 – 2006/ CXB/ 268 – 2056/GD
In xong nộp lưu chiểu quý III năm 2006.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
Địa chỉ : 25 HànThuyên, Hà Nội

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO ĐẠI HỌC - BỘ MÔN VẬT LÍ
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

1. Vật lí đại cương (3 tập)
LƯƠNG DUYÊN BÌNH *(chủ biên)*

2. Bài tập Vật lí đại cương (3 tập)
LƯƠNG DUYÊN BÌNH *(chủ biên)*

3. Cơ sở Vật lí (6 tập)
ĐÀM TRUNG ĐỒN, NGÔ QUỐC QUÝNH... *(dịch)*

4. Giải bài tập và bài toán Cơ sở Vật lí (4 tập)
LƯƠNG DUYÊN BÌNH, NGUYỄN QUANG HẬU

5. Bài tập Vật lí lí thuyết (2 tập)
NGUYỄN HỮU MÌNH, LÊ TRỌNG TƯỜNG

6. Giáo trình thiên văn
PHẠM VIẾT TRINH

Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục : 25 Hàn Thuyên, 187 Giảng Võ - Hà Nội; 15 Nguyễn Chí Thanh- TP Đà Nẵng; 240 Trần Bình Trọng Quận 5 TP Hồ Chí Minh.





Giá: **20.500Đ**